

报告

中国

2010

本报告与以下
机构合作完成：



中国生态足迹报告2010

生态承载力、城市与发展

VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

中国环境与发展国际合作委员会（国合会）

中国环境与发展国际合作委员会（国合会）是1992年中国政府批准成立的由中外方高层人士与权威专家学者组成的高级国际咨询机构。其主要职责是交流传播国际环发领域的成功经验，针对中国环发领域的重大问题进行研究，向中国政府提出前瞻性、战略性、预警性政策建议，支持促进中国实施可持续发展战略，推动资源节约型、环境友好型社会建设。

世界自然基金会

世界自然基金会（WWF）是在全球享有盛誉的、最大的独立性非政府环保组织之一。拥有全世界将近500万支持者和一个在一百多个国家活跃着的网络。WWF的使命是遏止地球自然环境的恶化，创造人类与自然和谐相处的美好未来。为此我们致力于：保护世界生物多样性；确保可再生自然资源的可持续利用；推动降低污染和减少浪费性消费的行动。

技术合作伙伴：

中国科学院地理科学与资源研究所

中国科学院地理科学与资源研究所是研究陆地表层资源环境与区域可持续发展的公益性研究所，是我国地表过程与要素相互作用基础科学研究的引领机构和资源环境基础科学数据中心，是国家区域发展、资源利用和生态建设重要的思想库和人才库。它的主要部门包括自然地理与全球变化研究部、人文地理与区域发展研究部、自然资源与环境安全研究部、资源与环境信息系统国家重点实验室、陆地水循环及地表过程重点实验室、生态系统研究网络观测与模拟重点实验室、农业政策研究中心等。

全球足迹网络

全球足迹网络（GFN）致力于通过推广生态足迹这一资源核算工具，来推动可持续发展的科学研究。在与合作伙伴的共同努力下，全球足迹网络通过协调研究、发展方法学标准和为决策者提供可靠的资源核算账户进一步提高和应用这一科学以帮助人类经济在地球生态承载限度内运转。

世界自然基金会（瑞士）北京代表处
北京市劳动人民文化宫东门内
文华宫1609室
邮编：100006
www.wwfchina.org

中国环境与发展国际合作委员会
北京市西城区后英房胡同5号
邮编：100035
www.cciced.net

中国科学院地理科学与资源研究所
北京市朝阳区大屯路甲11号
邮编:100101
http://www.igsnrr.ac.cn

全球足迹网络
312 Clay Street, Suite 300
Oakland, California 94607, USA
www.footprintnetwork.org

顾问：
祝光耀
沈国舫
Arthur Hanson
James P. Leape
Isabelle Louis
欧达梦/Dermot O'Gorman

作者：
李琳
谢高地
曹淑艳
罗志海
Sarah Humphrey
成升魁
盖力强
李海英
Brad Ewing

目录

前言 02
一．报告概要 04
二．引言 08
三．人类生态足迹：全球与亚太背景 13
四．中国的生态足迹和生物承载力 16
五．城镇化与生态足迹的挑战 24
六．中国生态足迹的国内影响 27
七．发展与生态足迹 29
八．中国生态足迹的全球影响 32
九．水足迹 38
十．中国：向可持续发展转型 42
技术说明 45
参考文献 47

前言

人类的生存和发展依赖于自然环境。在社会经济高度发展的今天，环境和资源问题日益成为制约经济发展的瓶颈。如何实现社会经济和自然生态系统的和谐运转，是关系到中华民族乃至全人类永续生存与长远发展的重大课题。

中国正处于经济高速发展和城市化进程的重要阶段，未来的二十年将是中国实现可持续发展的关键时期。中国在发展模式、增长模式和消费模式上的选择将决定中国能否在自然生态环境的承载范围内永续发展。加快建设资源节约型、环境友好型社会，提高生态文明水平，增强可持续发展能力，已成为中国政府的发展目标。

生态足迹是一个用来衡量人类对自然资源的需求与消耗的有效工具，它可将地区生物资源供需状况加以量化，从而强化各级政府的生态保护意识，为环境经济政策的制定和生产、消费模式的选择提供参考，为推进生态文明建设提供指导。

自2008年发布首份中国生态足迹报告之后，中国环境与发展国际合作委员会与世界自然基金会再度合作，共同发布第二份中国生态足迹报告，旨在持续探讨中国生态足迹状况及发展变化情况，进一步了解中国的生态足迹与生物承载力之间的关系，为中国的可持续发展建言献策，在中国的生态文明建设进程中发挥其应有的作用。

祝光耀

祝光耀
中国环境与发展国际合作委员会秘书长

地球是我们共同的家园。它的命运与我们每个人利益攸关。随着全球消费模式的转变和人口的增长，地球自然生态系统承受着前所未有的压力，而生态足迹可以帮助我们核算人类对自然资源的需求。

第二份中国生态足迹报告将国际国内数据进行综合分析，研究中国大陆31个省份对土地和水资源需求的变化。随着经济的发展、生活方式的改变和城市化进程的深入，国民的生活水平普遍提高，同时人们的资源消费需求和对自然环境的影响也在增大。近年，中国的人均生态足迹已经超过了全球人均生物承载力。

由于对生态系统的需求超过了其再生能力，中国像世界许多其他国家一样，开始利用其生态资源存量，这对其生态系统健康、粮食安全、生态安全及人类带来深远的影响。

面对全球“生态债务危机”，本报告为中国如何在提高经济竞争力的同时保护生态安全，使经济发展与生态足迹脱钩并为自然环境预留空间指明了机遇。

James P. Leape
世界自然基金会全球总干事

一. 报告概要

生态足迹核算，结合生物承载力的核算，能辨识一个国家、区域或者全球是否生活在其生态系统可承受的范围内。本报告着重探索如何降低消费模式的生态足迹强度，以及在此过程中存在的挑战与机遇，特别是在联系日益紧密的世界里，在中国国际影响力与领导力日益增强的现实情况下，如何加强中国的生态安全，提高中国经济竞争力，并探讨中国在帮助维持全球可持续生态服务方面所能发挥的作用。

本报告中所使用的生态足迹核算方法与上一期相比有所改善，改进的生态足迹核算较以往更清晰地为我们展现了人类对地球可再生资源的消耗状况。本报告核算了全球、亚太地区、中国各省份的生态足迹和生物承载力，根据可获得的最新官方数据，全球、亚太地区、中国总体数据核算到了2007年，各省份数据核算到了2008年。本报告中的国家层面生态足迹和生物承载力的总量数据来自全球足迹网络国家足迹账户，而所有中国国内及中国国际贸易活动和水足迹的数据则全部来自中国科学院地理科学与资源研究所的研究。

本报告得到如下结论：

— 根据WWF最新发布的《地球生命力报告2010》，人类只有一个地球，但目前人类对资源的需求却需要一个半地球才能满足。随着世界经济的发展和人类福祉水平的提高，全球生态足迹呈现持续增长的态势，主要是由于长期以来的资源过度使用和废弃物排放，尤其是二氧化碳排放大量增加。研究表明，2007年全球人均生态足迹是2.7全球公顷，而同期的人均生物承载力为1.8全球公顷，对生物承载力的需求超过当年供给的50%。这意味着地球生态系统需要一年半的时间才能够生产人类在2007年一年所消费的可再生资源和吸收其所产生的二氧化碳，而同时也应意识到人类活动对生态系统所造成的后果有些是不可逆的，为全球经济可持续发展提供支撑的生态系统正面临着严重的威胁和挑战。

— 2007年中国的人均生态足迹达到了2.2全球公顷，低于同期全球平均水平（2.7全球公顷）。并且2005至2008年生态足迹增长速率较之前五年总体上有所放缓。中国是世界上人均生态资源最为稀缺的国家之一，尽管生物承载力总量一直在逐渐增高，但生态足迹增加的速度远高于生物承载力的增长速度，人均生态足迹已是生物承载力的2倍，生态赤字在逐年扩大。

— 碳足迹已是生态足迹的最大组成部分。与全球生态足迹的组成相似，中国2007年的碳足迹占生态足迹的54%，生态

足迹的增长主要是由碳足迹增长引起的。经分析，个人消费模式的转变已经超越人口因素，对中国生态足迹的增长产生了深刻的影响。根据对中国家庭消费生态足迹的分析表明，碳足迹增长主要来自于对住房、交通和商品消费的增长。

— 中国正处于城镇扩散和辐射能力最强的快速发展阶段，城乡之间的人均生态足迹差异非常明显，城镇居民的人均生态足迹比乡村居民的人均生态足迹要多0.9-1.8全球公顷，为其1.4-2.5倍并具有快速拉大的特征。其原因主要是城乡居民收入差距、消费差距和能源利用结构差异共同作用的结果。研究表明，人均生态足迹与城镇化水平呈正相关关系，城镇化快速发展导致生态足迹增长，但只要措施得当也有可能实现脱钩发展。城镇化进程将是未来中国生态足迹特别是碳足迹增长的重要影响因素之一。

— 与全球情况类似，中国的生态足迹和生物承载力在空间分布上极不均衡。贸易在一定程度上促进了生物承载力的流动与配置，弥补了生态赤字的分布不均。中国近年来在国际商品贸易中是生物质生物承载力的净输入国，同时作为世界加工厂承担了碳排放压力。中国进口包含的生物质生物承载力中约20%用于直接消费，35%用于国内贸易再分配，45%用于国际贸易再分配。如果将生物质产品和工业制成品进出口进行完全生态足迹核算的话，中国不仅是商品贸易净出口国，也是生物承载力净出口国。中国生物承载力总体上是从西部流向东部、从乡村流向城市，生物承载力的输出地区因承担了过多供给功能导致生态资源出现退化。

— 水资源承载力与生物承载力同等重要、密切相关，且难以相互替代。水足迹可定量评价人类生产与生活活动对水资源的需求。作为一个水资源匮乏、且分布不平衡的国家，中国人均消费水足迹不到全球人均水平的一半，表明中国对水资源的消费总体上相对节约和高效。与全球一样，中国的水足迹分布具有明显的地区差异，中国水资源压力主要集中在华北、华中和黄河及长江下游地区。

上述趋势表明，中国正处于可持续发展的转折点。当前，中国面临的主要挑战是如何在保证生态系统健康的同时，使发展与生态足迹增长脱钩。中国如何才能不以环境为代价，不断提高人们的福祉呢？基于本报告的分析内容，对中国的可持续发展提出如下建议：

1.将生态足迹与生物承载力的对比关系作为衡量生态文明的指标之一

继农耕文明、工业文明之后，生态文明作为一个全新的文明形态，已成为中国未来发展的战略选择。减少生态足迹和提高生物承载力都是实现生态文明的重要途径。通过生态足迹与自然生态系统的承载力进行比较，即生态盈余或赤字，可以定量反映一个国家或地区的人类活动与自然禀赋的和谐状况。建议将生态足迹与生物承载力的对比关系作为衡量生态文明的指标之一，并在此基础上，进一步建立生态足迹和生物承载力全国核算、监督体系，形成系统的核算账户，结合其它指标，跟踪当地生态资源发展变化和利用情况，为制定产业政策和发展规划提供科学依据。

2.加强生态系统管理，提高生物承载力

中国的人均自然生态资源数量有限，培育、强化与保障坚实的生态基础，是中国增进国家生态安全与降低生态赤字的重要战略。总体做法是以生态用地为核心，保证生态用地的数量并多途径地提高土地、渔业用地的生产力水平，促进生物承载力的不断扩大与提高。因此，中国应继续强化生态系统管理，全面提高生物承载力，大力提升生态系统服务水平。

— 维持林地、草地等生态用地和生物承载力水平：要充分认识到作为世界上人均生态资源最匮乏的国家之一，现有自然生态系统的健康存续关系到未来千秋万代的生存与发展，建议政府继续实施积极而严格的土地利用政策，因地制宜实施生态建设与恢复、保育工程，增加生态用地规模，优化生态用地结构；对重要的生态服务孕育区、生物承载力净输出区进行适当的生态补偿；对存在不同程度生态退化的生态盈余区与一些生物承载力输出区，应采用自然恢复的方法恢复已退化的生态系统，提高生态支持系统的资源供给与污染调节等服务能力。

— 在保护生物多样性的同时多途径提高土地生产力，促进区域生物承载力提升。与其他国家不同，中国的生物承载力一直在提高，如近30年来，中国森林覆盖率有了较大提高，农牧产品与水产品产出规模不断增加，目前全球1/5谷物、1/2蔬菜与1/3肉产品产自中国。建议政府继续保持对农业、林业、畜牧业与渔业的投入与扶持，合理布局农业生产，发展精准、高效农业，促进立体化种植与养殖，在控制污染及富营养化的前提下，提高农业生产集约化与机械化生产水平，实施科学休耕与轮耕，促进农业剩余物如秸秆的资源化再利用，不断提高区域土地生产力与健康质量。

3.将减少碳足迹作为减少生态赤字、实现生态文明的重要手段

鉴于生态足迹的增长主要由碳足迹快速增长所致，在中国现阶段经济快速增长过程中，减少社会经济发展的碳足迹是减少生态足迹的重中之重。

— 建立和推广低碳经济发展模式：按照生物承载力调整与优化区域产业结构，在生态盈余区加快生态经济化进程，在生态赤字区推动经济生态化进程；通过鼓励、限制与禁止的产业选择导向政策，引导生产者采用低碳节能、生态友好、资源节约、环境高效的生产模式；提高化石能源生命周期各个环节的利用与转化效率，提高可再生能源、生物质能源在能源结构中的比重，遏制碳足迹增长。对于那些人均生态足迹尚低、人均GDP三万元以下、具有强烈发展需求的省份，重点引导投资、产业、消费模式转变，防止生态足迹过快增长。

— 坚持低碳化和生态化的城镇化发展方向：中国城镇化进程应坚持低碳化和生态化方向，合理规划、布局与管制城乡居住空间和交通模式，确立城乡发展的适度空间规模，遏制城镇盲目扩展，遏制居住空间求大、求阔的势态，同时适当促进农村集中居住与就地城镇化，提高城乡居所用地的生态效率，努力降低居住和交通的碳足迹。

— 引导和推广低碳消费方式：提倡和推行低碳与资源节约型消费方式，鼓励适度消费，并尽可能选择环境友好物品与服务，刺激生态产品市场的形成与发展；政府部门践行绿色采购、节能办公，为社会树立典范；提高基础设施的布局合理性与功能长效性，尽可能降低因重复建设、低质建设等浪费行为产生的生态压力；针对区域发展与生态消费水平的差异，区别确立消费鼓励与调控的重点，对于那些人均GDP三万元以上、人均生态足迹与人均GDP呈现明显正关联的省份，要重点引导消费模式转变，努力促进生态足迹减速增长甚至零增长。

4.更好地运用资源配置手段平衡生态赤字

正如本报告相关章节所述，生物承载力与水资源无论在全球范围还是中国国内的分布都不均衡，有时与人们的消费需求存在明显的空间错位。因气候、地理、资源禀赋等自然因素限制与经济社会因素影响，单靠本地资源通常无法完全满足本地所有消费需求。贸易作为辅助性手段在促进经济发展的同时也实现了生态资源流动，互通有无，促进生活水平提高。但无序的、单以经济利益为驱动的贸易流动可能造成生态资源过度开发，削弱当地赖以生产的自然资本。所以，应特别关注隐含在产品国内贸易与国际贸易之中的生物承载力、虚拟水以及其他资源。

— 尝试制定促进生物承载力合理流动的国内贸易政策。中国有必要采取多样化的经济与行政调控手段，促进生态资源区域配置的经济效率与生态效率的不断提高，合理输出与跨区调用生物承载力与水资源。例如，加快税收体制改革，促进税收向能源资源税、二氧化碳等污染税转变，刺激企业节能减排与技术革新；制定促进生物承载力合理流动的贸易政策，避免从生态退化区无序输出生物质资源，严格管制与惩戒不计资源环境成本、单纯追求经济收益的贸易活动；有效实施生态补偿政策，对重要的生态服务孕育区、生物承载力净输出区进行适当的经济和发展机会补偿。

— 加强国际合作，推动生物承载力和生态足迹通过国际贸易合理流动。生态问题实际上是一个全球问题，全球贸易在很大程度上也反映了全球不同区域之间密切的生态依赖关系。中国应重视国际贸易中不合理的生态输入和输出问题，减轻贸易对中国和其他国家的生态环境影响，通过国际合作，在对生态资源进行有效保护和提高生物承载力的前提下，促进生态资源的有效利用。

二. 引言

在过去的30年里，中国有数亿人口脱离贫困，实现了人均收入提高50多倍的发展巨变。与此同时，快速的工业化、城镇化与农业集约化也增加了对自然资源的压力，带来了环境问题。科学家和决策者正在联合行动，一起探索新的可持续发展之路。

本报告根据中国生物承载力的现状，使用生态足迹作为指标，在资源约束的世界背景下，考察中国的整体状况。本报告中所使用的生态足迹核算方法与2008年出版的《中国生态足迹报告》相比有所改善，改进的生态足迹核算较以往更清晰地为我们展现了人类对地球可再生资源的消耗状况。与2008年报告中使用的2003年的数据相比，本报告对全球、亚太地区、中国的总体数据核算到了2007年，各省份数据核算到了2008年。本次报告还细化了贸易产品项目，将参与核算的产品类型由原来的43项增加到132项。本报告中的国家层面生态足迹和生物承载力的总量数据来自全球足迹网络国家足迹账户，而所有中国国内及中国国际贸易活动和水足迹的数据则全部来自中国科学院地理科学与资源研究所的研究。本报告中的中国国家与区域数据仅包括大陆31个省、自治区、直辖市（以下简称省份），未包括香港、台湾与澳门的数据。

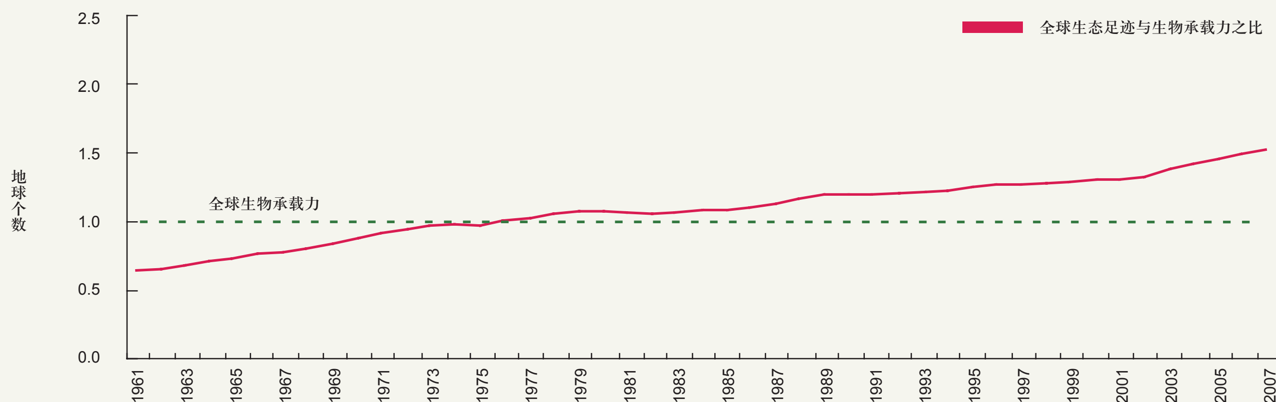


图2.1 全球生态足迹与生物承载力之比 (1961-2007)

自1961年以来全球大部分地区不断增长的人口规模与人均消费水平共同作用导致全球的生态足迹倍增有余。全球生态足迹与地球生物承载力之间的平衡关系在20世纪70年代中期被打破，从此，全球人口的平均消费在总体上持续超过全球人均生物承载力水平。

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

2007年，人类对地球资源的需求即生态足迹超过了地球可再生能力的50%（图2.1）。也就是说，人类不仅依赖自然资源的增量，而且动用自然资源的存量来支持人类的生产与生活。资源过度使用导致全球生态超载，导致了地球生命支持系统的资源存量枯竭，废弃物增加，及生态系统退化。生态超载的主要症状表现为大气和海洋中二氧化碳浓度增加，同时沙漠扩展、草场退化、渔业资本减少、土壤盐渍化、森林覆盖率降低、洪水灾害加剧、生物多样性损失等等，直接结果是支持着人类健康、繁荣与福祉的生态系统服务在退化和枯竭。为了确保生态系统服务对人类及其它生物的可持续供给，人类必须终结生态超载。

图2.2 区域人均生态足迹（2007）

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

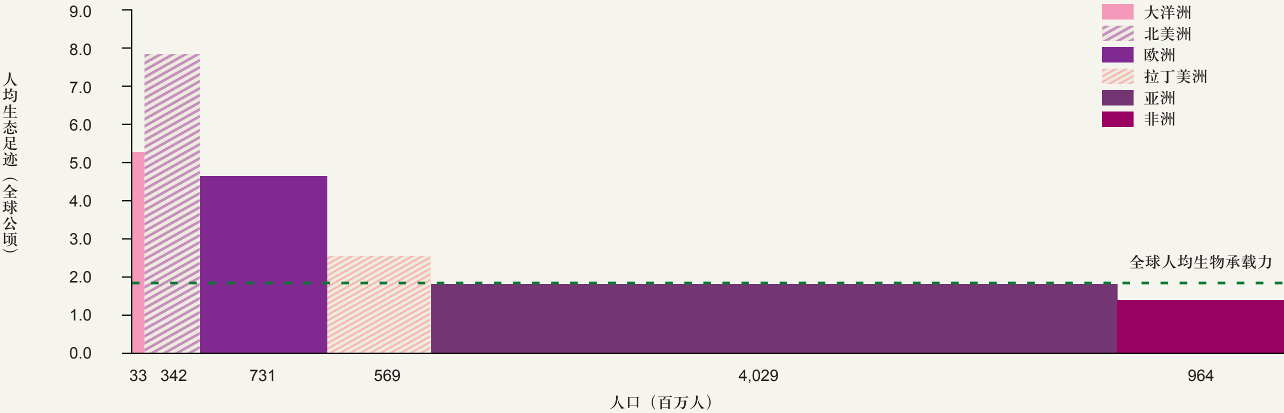


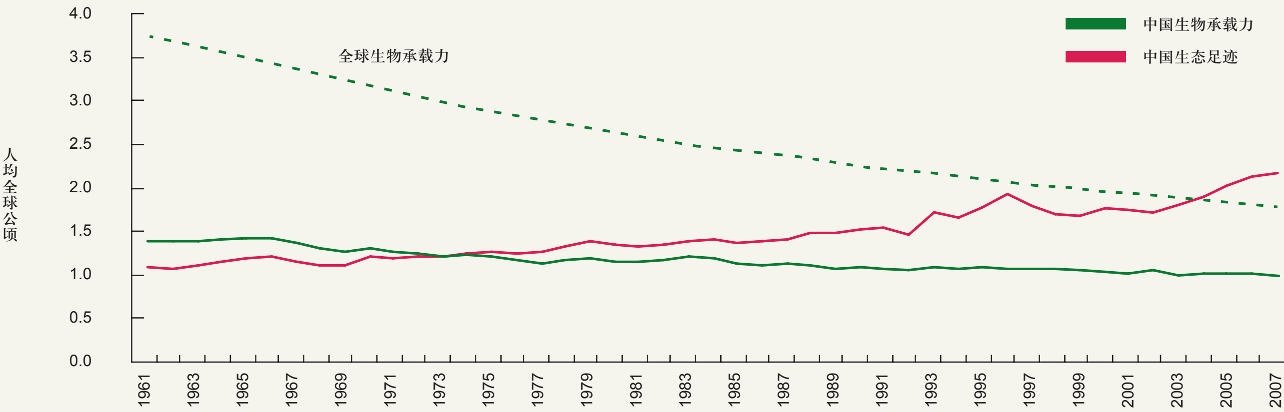
图2.3 中国的生态足迹与生物承载力之比（1961-2007）

中国生态足迹与本国生物承载力之间的平衡在20世纪70年代中期被打破，这与全球情况类似。

直到2004年，中国人均消费才超过全球人均生物承载力水平，比全球总体上超出这一临界值的时间晚了大约30年。

2007年，中国需要2.2倍于本国的生物承载力来支持生物资源消费与吸收排放的二氧化碳。

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010



全球各个国家与地区之间的生态足迹水平具有很大的差异（图2.2，图2.3，图3.1），反映了人口分布与人均消费水平的区域差异。例如，美国和阿联酋的人均生态足迹约是全球平均水平的3-4倍，而印度的人均生态足迹仅为全球平均水平的1/3。在既有生产效率下，如果全球人类的生活模式都采用美国人或阿联酋人的生活模式，需要4.5个地球才能满足人类的消费；如果全球人类都采用印度人的生活模式，仅需要半个地球就足以支持人类的消费，但此类模式存在着基本消费是否得到充分满足的问题。

2007年是中国的生态足迹超过全球人均生物承载力水平的第四个年度（图2.3），该年度中国人均生态足迹为2.2全球公顷，但仍较世界平均水平低0.5全球公顷。

由于环境条件与土地利用实践的区域差异，生物承载力在全球各个国家与地区之间也具有很大的差异（图2.4）。从国家尺度来看，中国提供了全球9.5%的生物承载力，人均生物承载力为1.0全球公顷，但需要全球15%的生物承载力来支持消费。

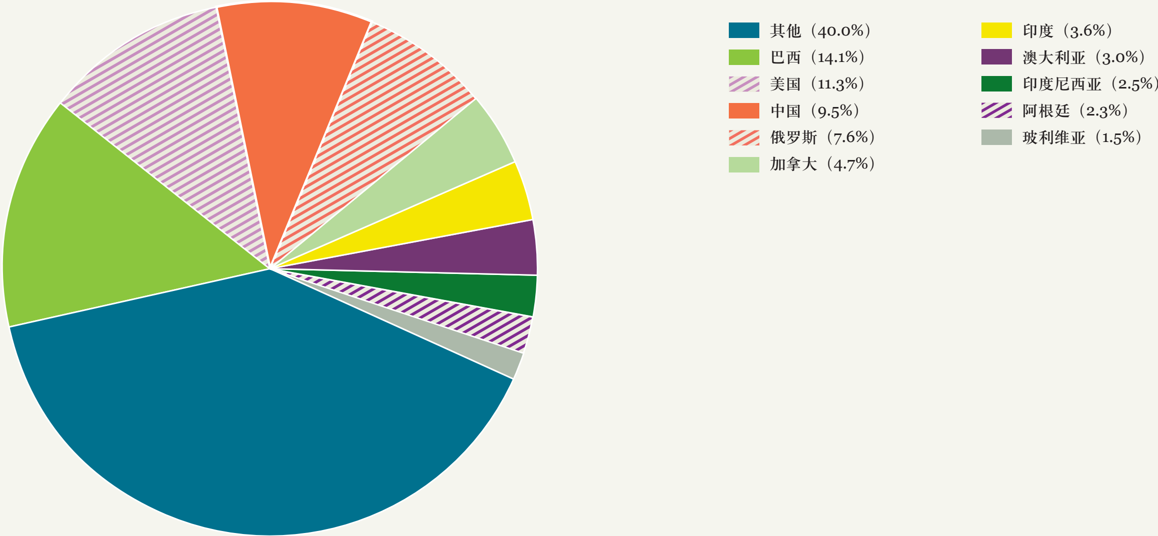


图2.4 生物承载力居世界前十的国家（2007）

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

我们只有一个地球。在资源总量及可再生能力有限的世界里，要实现可持续发展与人类福祉的提高，就要求我们在地球的生态环境可承受的范围内生活与发展。在全球水平上，可持续发展面临着艰难的抉择，但是，如果不选择可持续发展，其后果是骇人的，必然会导致生态退化、生态服务功能丧失乃至社会崩溃。

目前中国的影响力与领导力较历史上的任何时期都大。本报告旨在探索降低消费模式的生态足迹强度的同时增加中国经济竞争力的机会，特别是在联系日益紧密的世界里，加强中国的生态安全，并探讨中国在帮助维持全球可持续生态服务方面所能发挥的作用。

生态足迹：

生态足迹指的是用来提供人类使用的可再生资源的生物生产性土地和渔业用地面积，并且包括建设用地和吸收人类活动产生的二氧化碳用地。这一测度评价的是人类对生态系统供给可再生资源（包括食物、木材、纤维、生物质燃料）与吸收二氧化碳废弃物这两大类生态服务的需求程度。基于人类对这两大类生态服务需求，生态足迹可分解为生物质足迹与碳足迹；基于提供生态服务的土地利用类型，生物质足迹可分解为五类足迹组分：耕地、草地、林地、渔业用地和建设用地。

生物承载力：

测量具有生物生产力的能提供可再生资源和吸收二氧化碳的陆地和渔业用地面积的总和。

生态赤字/生态超载与生态盈余：

等于一定地区的生物承载力和生态足迹的差额，若该差额小于零，称为生态赤字，表明区域人口的生态足迹超出其可用本地生物承载力，全球范围内的生态赤字称为生态超载；若该差额大于零，称为生态盈余，表明该区域可利用的本地生物承载力大于人口的生态足迹。

全球公顷：

描述资源需求量的生态足迹和描述资源供给量的生物承载力都用全球公顷为计量单位。一全球公顷（gha）代表一公顷土地或渔业用地面积全球平均生产力。



插图2.1 生态足迹构成示意图

我们可以将生态足迹这样形象地理解，负载着人类和人类所创造的城市、工厂、铁路、农田……的一只巨脚，踏在地球上时留下的脚印大小。

耕地足迹：	根据用来生产人类消费的食品和纤维、牲畜饲料、油料作物和橡胶所要求的土地面积计算得出。
草地足迹：	包括用来养殖牲畜以便提供肉类、奶制品、服装和毛绒产品所需要的土地面积。
林地足迹：	根据一个国家每年要消费的原木、纸浆、木材产品和薪柴计算得出。
渔业用地足迹：	根据初级产品估算得出。这些初级产品是要获得当年捕捞的鱼类和海产品所要求的，计算基于一千多种不同的海产品和二百多种淡水产品的捕捞数据。
建设用地足迹：	包括人类社会建设的基础设施、住房、运输系统，工业设施和水电站库区等的占地总面积。
碳足迹：	是用来吸收化石燃料燃烧、土地使用改变和化学品处理过程中释放的二氧化碳扣除海洋吸收的部分后所需要的林地面积。这是生态足迹所核算的唯一废弃物。

三. 人类生态足迹：全球与亚太背景

全球背景：

2007年，人类生态足迹达到180亿全球公顷，人均为2.7全球公顷。而地球的生物承载力是119亿全球公顷，人均生物承载力是1.8全球公顷。这意味着生态系统已超载50%，人类需要一个半地球以满足需求，或者说，地球需要一年半的时间才能产生出人类2007年一年中消费的可再生资源和吸纳该年人类排放的二氧化碳。

不同国家的人口对地球生态服务的需求具有明显的差异（图3.1）。根据WWF最新发布的《地球生命力报告2010》，2007年，中国人均生态足迹2.2全球公顷，较全球平均水平低0.5全球公顷，在核算的153个国家中居第74位。

亚洲背景：

亚洲的生物承载力合计为3.3亿全球公顷，占全球生物承载力的28%。亚洲人均生物承载力仅0.8全球公顷，不足世界平均水平的一半，是人均生物承载力最低的地区。2007年，亚洲人均消费生态足迹是1.78全球公顷，与全球人均生物承载力相当，显著低于全球人均2.7全球公顷的消费生态足迹水平。但由于人口规模庞大（约占全球总人口的60%），亚洲的生态足迹总量相当庞大，占到全球生态足迹总量的40%，相当于全球生物承载力的60%（图3.2）。

目前，亚洲的生态足迹总量是其生物承载力的2.2倍。主要通过进口资源、利用其他地区的生物承载力与占用全球CO_2吸收空间来补偿生态赤字。在亚洲区域水平上，生态超载与资源过度开发、生态系统服务损失具有紧密的联系。

在全球各大洲中，亚洲是生态足迹增长规模最大的区域。1961-2007年，亚洲生态足迹总量增长了近3.4倍，约51亿全球公顷，同期，亚洲人口总量增长了一倍多，人均生态足迹增长了30%，可见，虽然人口增长是亚洲总消费足迹增长的主要原因，但人均生态足迹增长所起的作用不可忽视。

与全球大多数地区一样，碳足迹也是亚洲生态足迹中增长最快的组分。2007年，亚洲的碳足迹占区域生态足迹的份额与全球水平接近，为50%，而1961年时亚洲的碳足迹份额尚不足5%。亚洲人均生态足迹低于全球平均水平，亚洲的人均碳足迹也低于全球人均碳足迹。

亚洲人均消费生态足迹的国别变化幅度高于其他地区（图3.3）。反映了亚洲各国富裕程度和消费类型的巨大区域差异。阿联酋人均生态足迹居全球首位，为10.7全球公顷，而巴基斯坦的人均生态足迹仅0.8全球公顷。由于人口规模大，中国与印度成为全球生态足迹总量最大的两个国家。

大多数亚洲国家的总生态足迹大于其生物承载力，说明它们可能通过超额排放CO_2（相对于本地生态系统的CO_2吸收能力）或通过进口将压力转移给外部生物承载力，或可能发生了本地生态资本退化，或者同时面临上述两种情况。

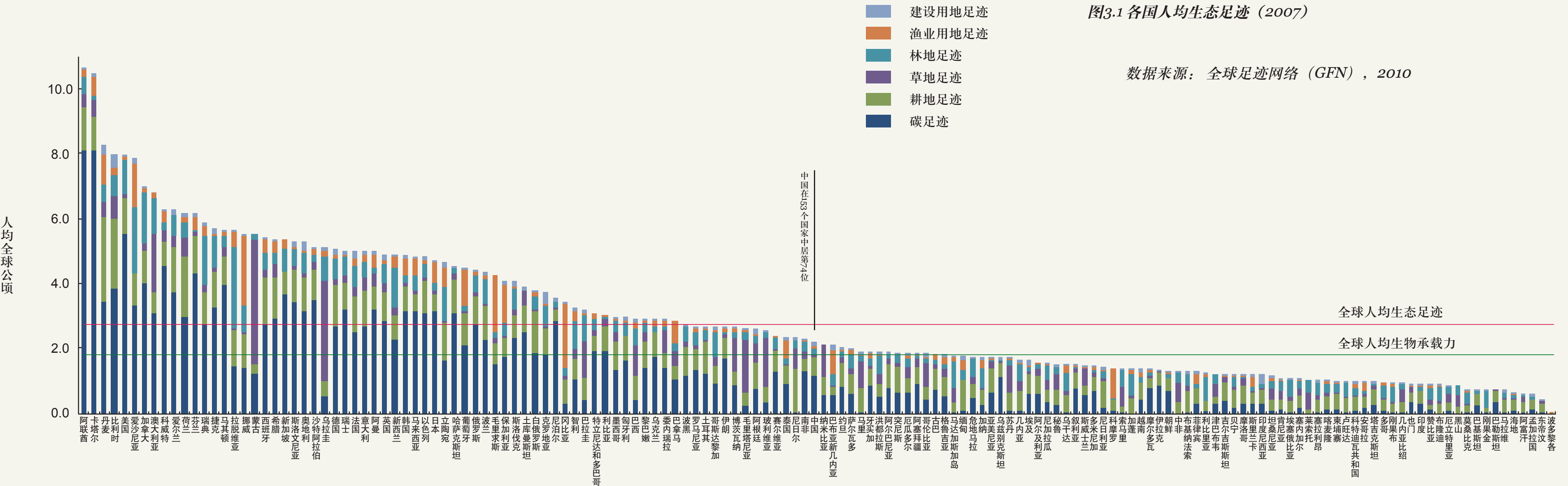


图3.1 各国人均生态足迹（2007）

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

图3.2 亚洲人口与生态足迹的历史变化（1961-2007）

2007年占全球人口60%的亚洲的消费需求要全球生态承载力的60%才能满足。

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

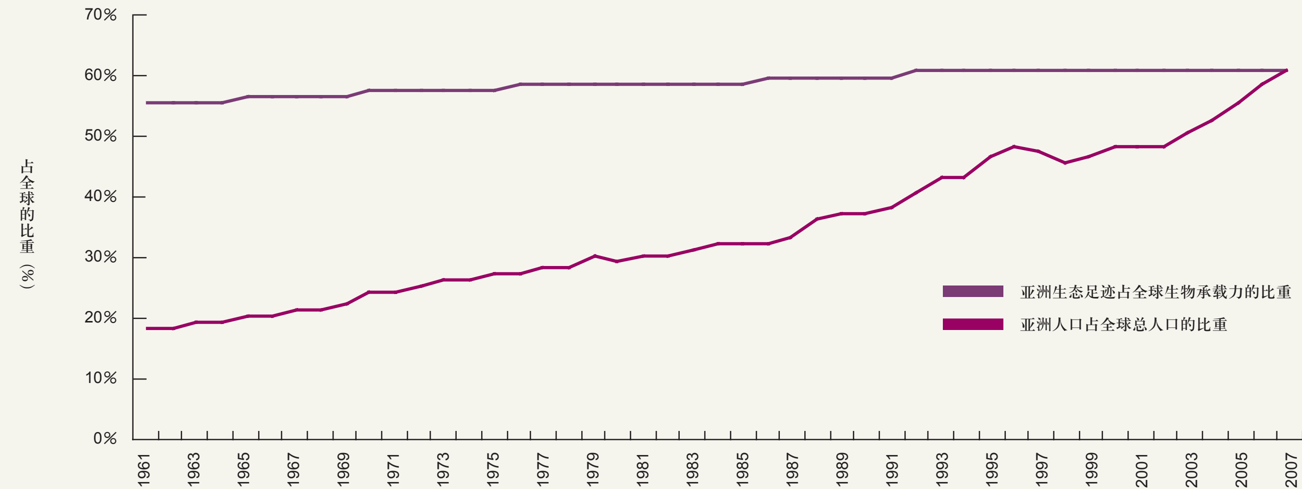
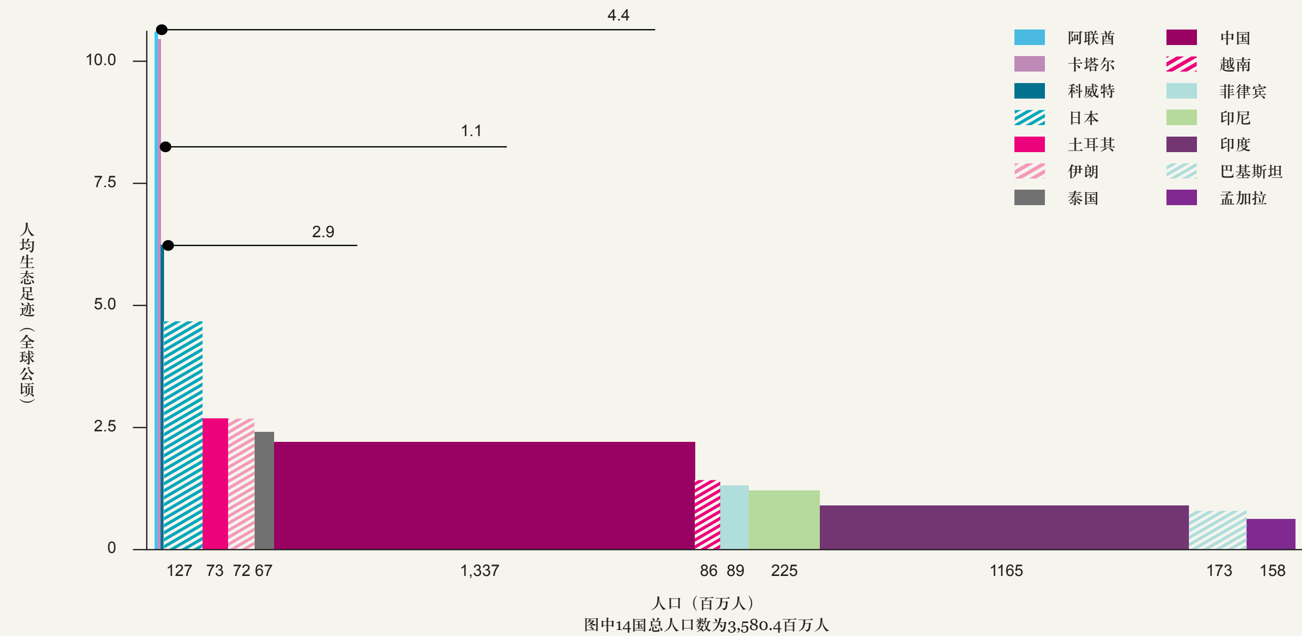


图3.3 亚洲部分国家的人均生态足迹与人口规模（2007）

仅列出人口规模大于5000万或人均生态足迹大于6全球公顷的国家，共14国。

图中各方形图的面积代表该国的生态足迹总量（人均生态足迹×该国人口总量）；图中横轴数据代表各国人口数（单位：百万人）。由图可见，人均生态足迹最高的两个国家是阿联酋和卡塔尔，而生态足迹总量最大的是中国和印度。

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010



四. 中国的生态足迹和生物承载力

中国近半个世纪的发展轨迹是经济与社会全面发展的轨迹，也是生态系统的承载能力不断提高与面临更大的生态需求压力的轨迹。尽管人均生物承载力水平很低，中国拥有总量丰富的生物承载力，生物承载力居全球第三位，仅次于巴西与美国。

从20世纪70年代中期开始，中国开始出现生态赤字，并且赤字规模不断扩大（图4.1）。从基于生态足迹组分的中国生态赤字/盈余图（图4.2）可知，中国的草地、林地总体上一直是生态盈余的，渔业用地于1995年结束生态盈余进入赤字期，耕地一直处于小幅赤字状态。除此之外，中国生态赤字的发生与扩大主要来自碳足迹。

碳足迹是中国增长最快的生态足迹组分(图4.3)，其占生态足迹的份额在2007年达到了54%。从图4.4描述的家庭消费生态足迹的经济部门分解图可见，交通、商品和住房对碳足迹的贡献最大。人均碳足迹增长在很大程度上是人们对这些服务的消费增加导致的，在一些富裕省份和城市，也与居民的生活模式改变有关。

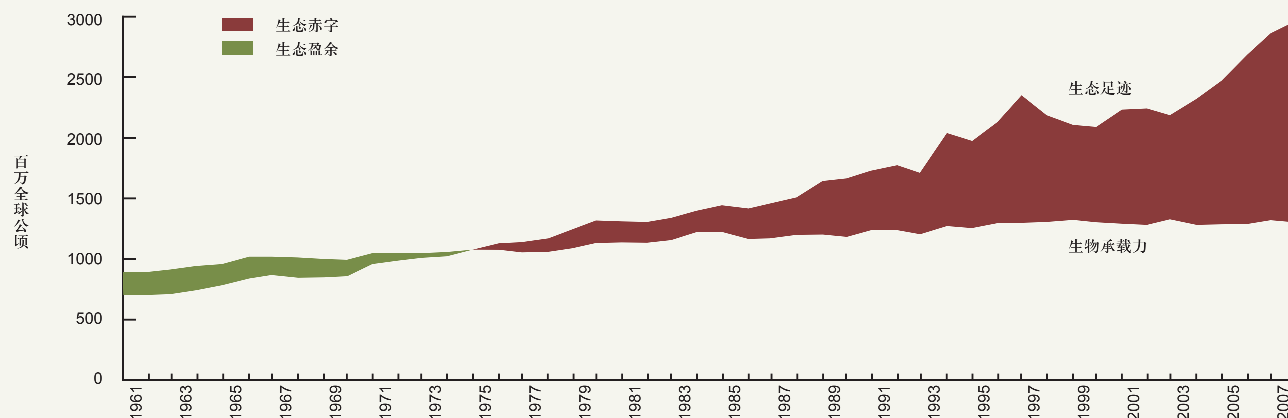


图4.1 中国的生物承载力与生态足迹（1961-2007）

中国需要2.2倍于中国的生物生产性土地利用面积来供给资源和吸收排放的二氧化碳。

中国的人均生态足迹为全球平均水平的81%。如果全球人口都采用中国的人均消费模式，全球需要1.2个地球来支持消费，而目前全球人口的实际需求是1.5个地球。

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

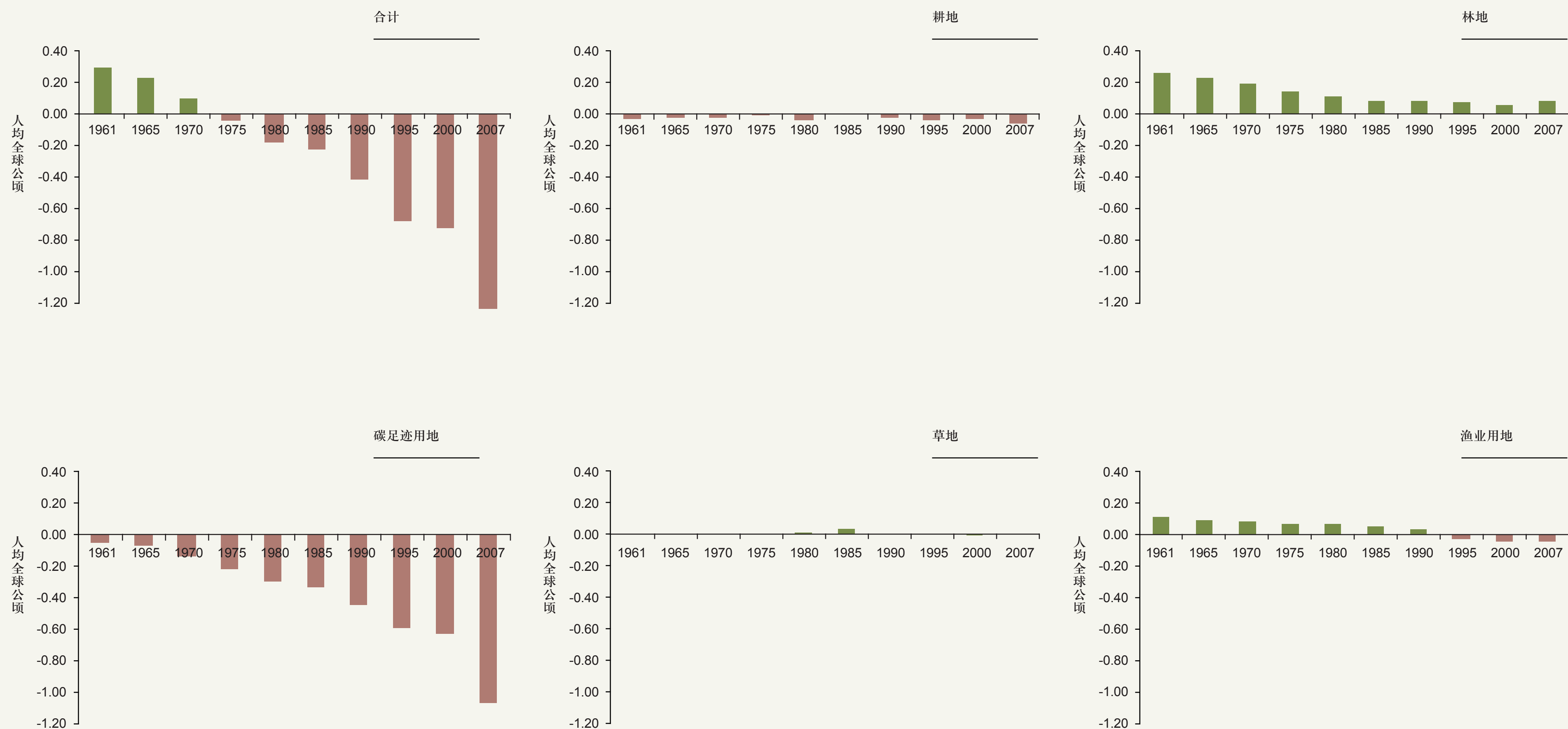


图4.2 依生态足迹组分分解中国的生态盈余/赤字

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

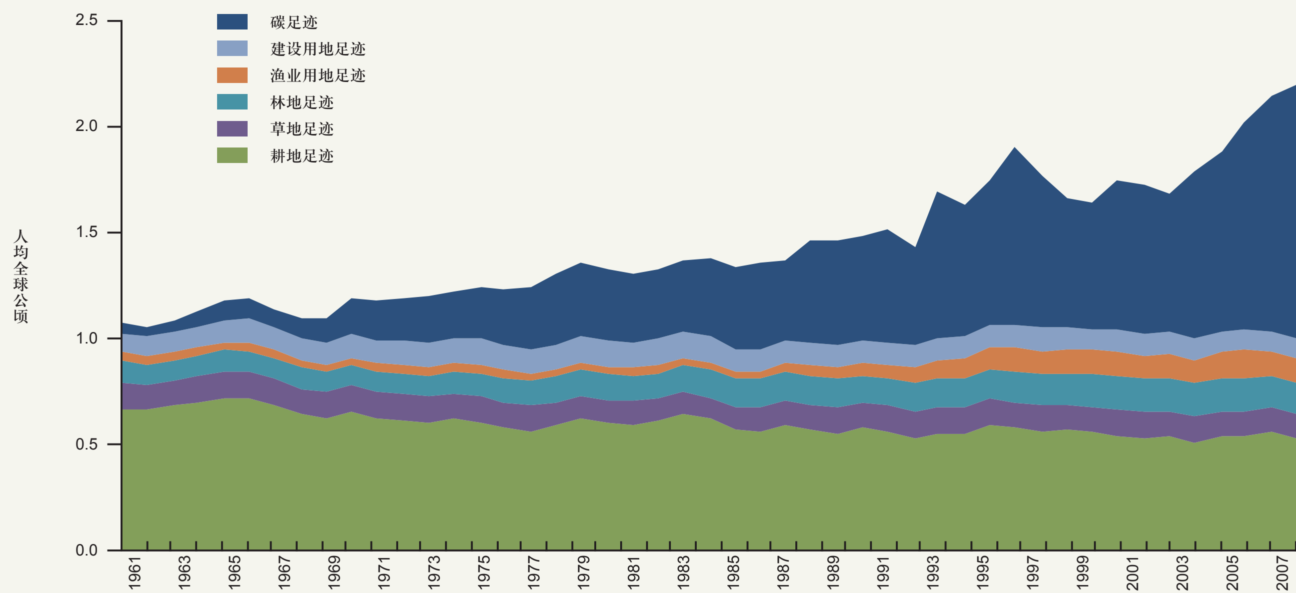


图4.3 中国按组分人均生态足迹变化（1961-2007）

“渔业用地”也称“水域”，是以面积为单位，度量人类对水环境系统的生物生产功能的需求程度。

人类对水资源供给、水污染消纳服务功能的需求，详见第九章的“水足迹”。

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

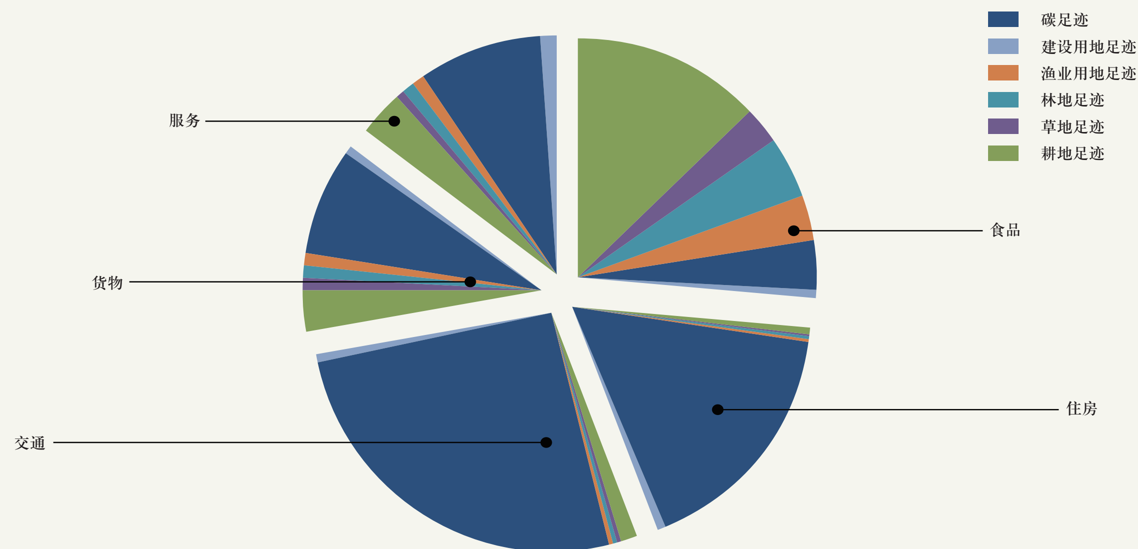


图4.4 家庭生态足迹按生产部门分解

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

在中国，区域社会经济系统和生态系统在省份之间均具有明显的差异。分析各省份生态足迹与生物承载力的时间序列变化，有助于更详细地认识中国的生态压力及其变化，消费足迹、生产足迹与生物承载力的时间序列核算结果反映的是消费格局与生产格局的变化。

图4.5 各省份的生态足迹占全国的比重（2008）

在中国，生态足迹具有明显的空间分布不均衡性。2008年，区域总生态足迹较大的省份有广东、山东、江苏、河南、四川、浙江、河北、湖南、湖北，合计占全国生态足迹的53%；区域总生态足迹较小的省份有新疆、甘肃、天津、海南、宁夏、青海和西藏，合计将近占全国生态足迹的6%。其中，西藏、青海与宁夏是中国人口规模最小的三个省份，其区域生态足迹合计仅占全国的1%。

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010

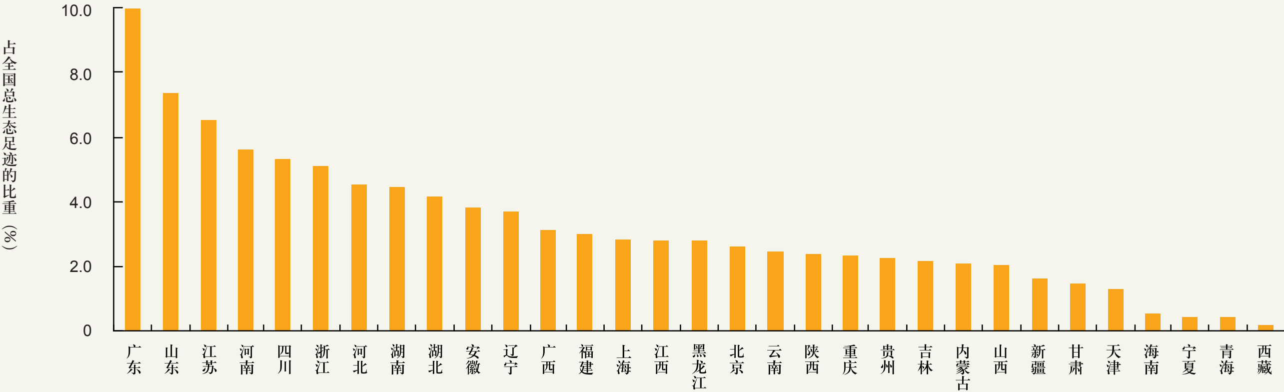
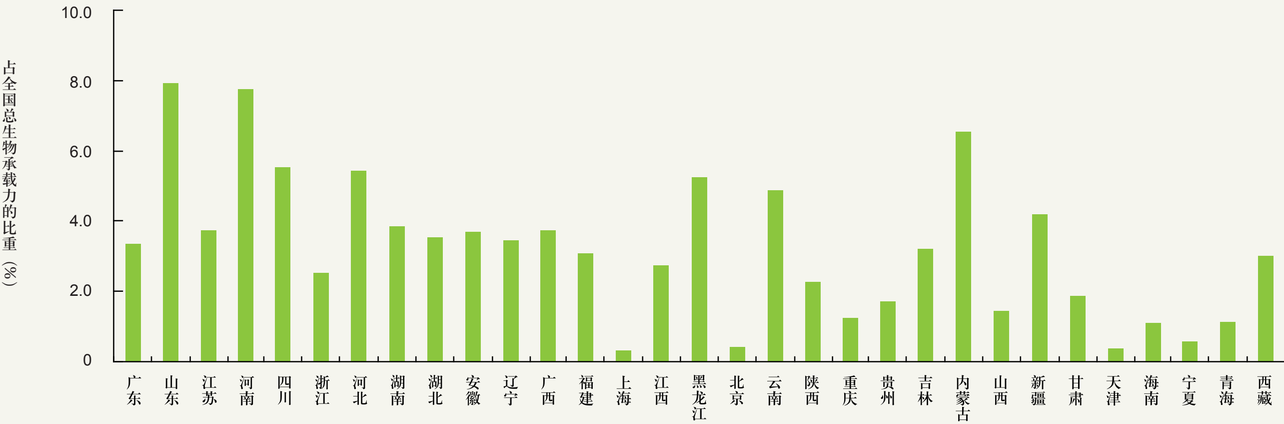


图4.6 各省份生物承载力占全国的比重（2008）

土地资源及其生产力的变化决定了中国生物承载力的空间分布也非常不均衡。2008年，生物承载力较大的省份有山东、河南、四川、河北、黑龙江、云南、内蒙古和新疆，合计占全国生物承载力总量的48%；生物承载力较小的省份有上海、北京、重庆、贵州、山西、甘肃、天津、海南、宁夏和青海合计占全国生物承载力总量的10%。

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010



中国生态足迹（图4.5）的空间分布均非常不均衡。2008年，中国总生态足迹较大的省份（该省份占全国总生态足迹4%以上）有广东、山东、江苏、河南、四川、浙江、河北、湖南、湖北，合计占全国生态足迹的53%；总生态足迹居中的省份（该省份占全国总生态足迹2%-4%之间）有安徽、辽宁、广西、福建、上海、江西、黑龙江、北京、云南、陕西、重庆、贵州、吉林、内蒙古和山西，合计占全国生态足迹的41.1%；总生态足迹较小的省份（该省份占全国总生态足迹2%以下）有新疆、甘肃、天津、海南、宁夏、青海和西藏，这7个总生态足迹较小的地区生态足迹合计仅占全国的5.9%，但分布着全国12.3%的生物承载力。

与生态足迹相比，中国的区域生物承载力在省份水平上的分布更不均衡（图4.6）。2008年，总生物承载力较大的省份（该省份占全国总生物承载力4%以上）有山东、河南、四川、河北、黑龙江、云南、内蒙古和新疆，合计占全国生物承载力总量的48%；总生物承载力居中的省份（该省份占全国总生物承载力2%-4%之间）有广东、江苏、浙江、湖南、湖北、安徽、辽宁、广西、福建、江西、陕西、吉林和西藏，合计占全国生物承载力总量的42%；总生物承载力较小的省份（该省份占全国总生物承载力2%以下）有上海、北京、重庆、贵州、山西、甘肃、天津、海南、宁夏和青海，合计占全国生物承载力总量的10%。

碳足迹已经是中国各省份最大的生态足迹组分。2008年，31个省份中，有29个省份的碳足迹占其生态足迹的比重超过50%（图4.7）。其中，上海、北京、天津与山东四地的碳足迹比重超过65%。1985-2008年，中国各省份的人均碳足迹增长幅度为0.4-2.0全球公顷，而生物质足迹的变化幅度不超过0.25全球公顷（西藏计算起点为1990年）。由此可见，在未来的一定时期内，中国及其各省份生态足迹的增长仍将主要取决于碳足迹的增长幅度。

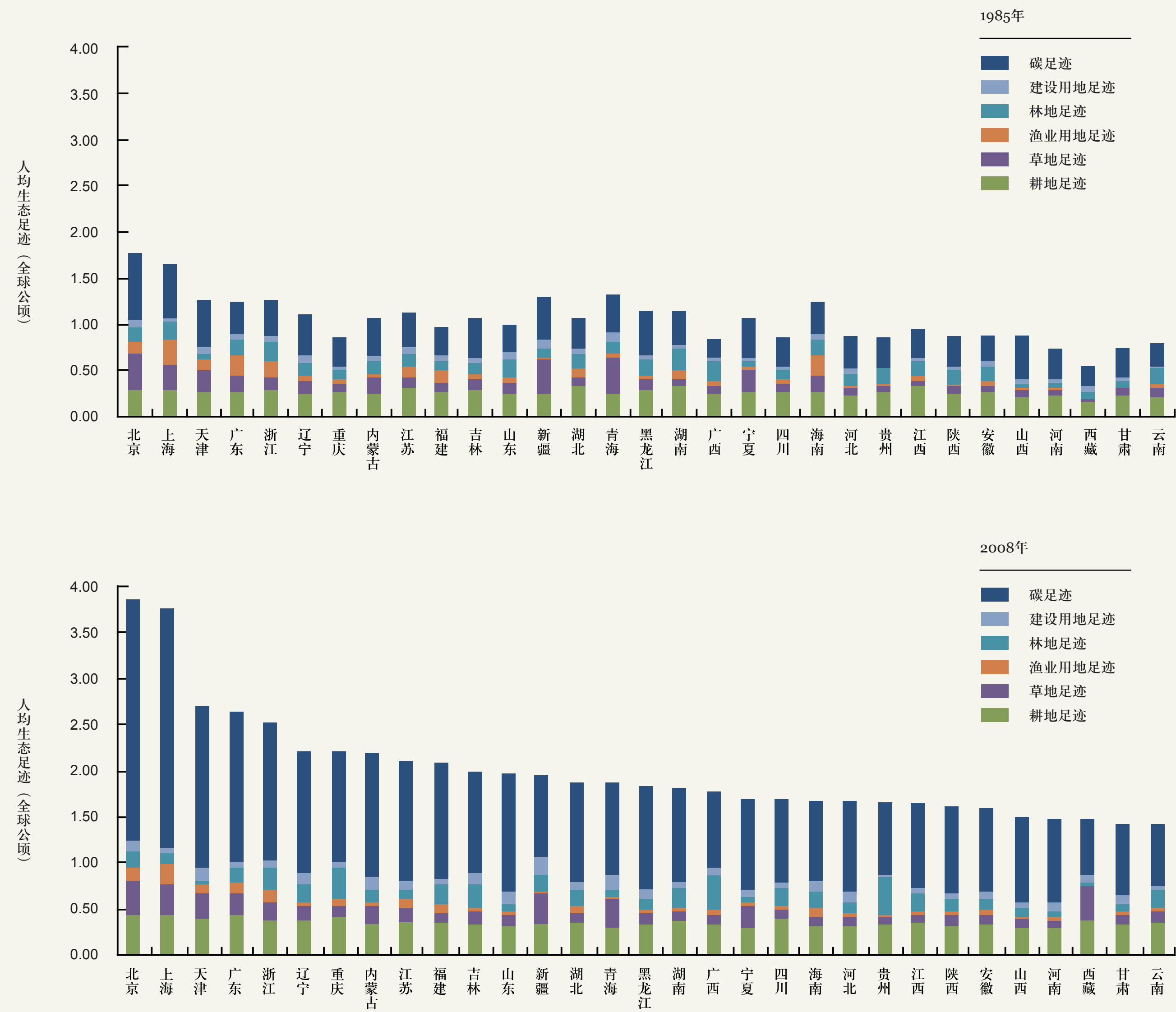
各省份的人均生态足迹差异也非常显著（图 4.7）。 2008年，北京人均生态足迹最大，云南人均生态足迹最小，前者是后者的2.7倍。1985-2008年，虽然中国各省份的生态足迹及其变化幅度不一，但它们对生态服务的总需求都是增长的。31个省份中，有11个省份的人均生态足迹倍增或倍增有余，有10个省份的人均生态足迹增长了85%-95%，另外的10个省份的人均生态足迹增长了40%-84%。同期，人均生态足迹增幅居前五位的省份是上海、北京、天津、广东与重庆。

一个可喜的趋势是，与2000-2005年相比，2005-2008年中国大多数省份人均生态足迹的增长速度逐年下降，代表省份如北京。北京人均生态足迹增幅的下降主要是城镇化水平相对稳定以及节能措施成效显现的结果，也与经济活动向服务业而非物质生产转型具有密切的联系。但在一些省份（如山东），由于正处于城镇化进程当中，人均生态足迹年均增长幅度依然呈上升趋势。

图4.7 各省份的人均消费生态足迹（1985/2008年）

注：在1985年，海南与重庆不是独立省份，二者的生态足迹分别取值其隶属省份广东省与四川省的平均水平。

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010



各省份产生的净生态压力取决于其生态足迹与生物承载力的对比关系。1985-2008年期间，中国只有西藏、内蒙古、新疆与青海四个省份一直是生态盈余的，即其生物承载力大于生态足迹；福建、海南、黑龙江在某些年度是生态盈余的，其他25个省份长期是生态赤字的。这25个省份中，仅黑龙江的人均生态赤字有所缩小，其他24省份的人均生态赤字总体上不断扩大。从生态赤字的组分构成看，中国70%的生态赤字省份是CO2吸收用地赤字而生物质承载力盈余的，另外30%的生态赤字省份在CO2吸收用地和生物质承载力用地两方面都是赤字的（图4.8，图4.9）。

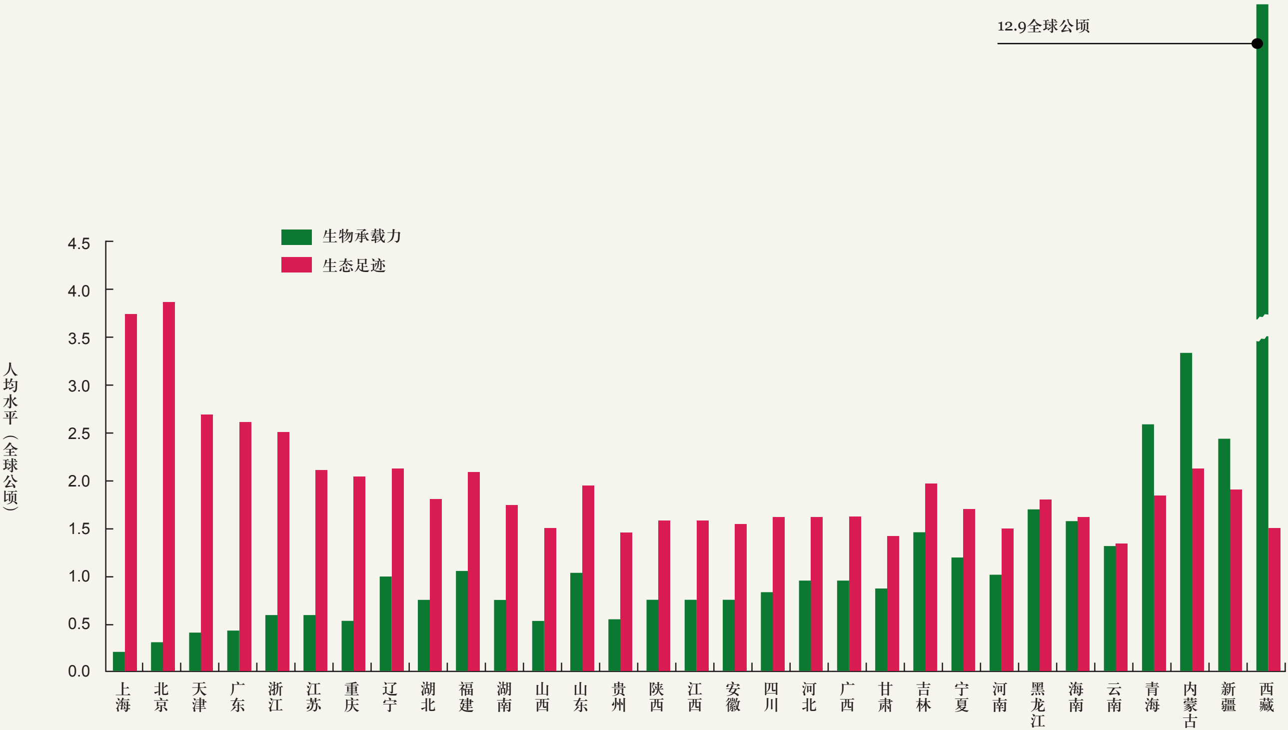


图4.8 各省份的人均生态足迹与生物承载力对比图（2008）

生态赤字省份在横坐标的序位按人均生态赤字（即人均生态足迹与人均生物承载力的差额）由大到小确定。2008年，上海、北京、天津、广东与浙江是中国人均生态赤字最大的5个省份。

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010

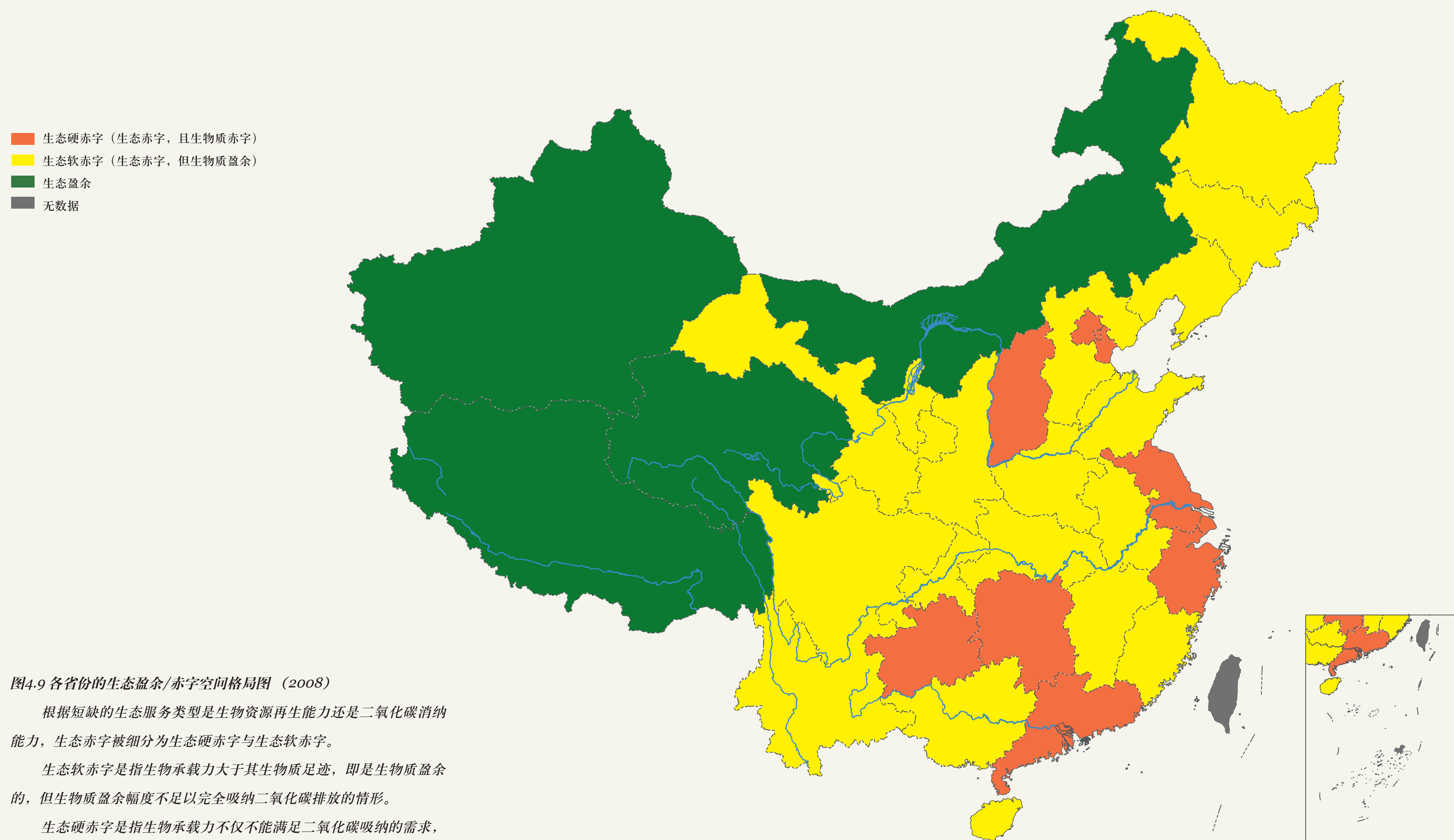


图4.9 各省份的生态盈余/赤字空间格局图（2008）

根据短缺的生态服务类型是生物资源再生能力还是二氧化碳消纳能力，生态赤字被细分为生态硬赤字与生态软赤字。

生态软赤字是指生物承载力大于其生物质足迹，即是生物质盈余的，但生物质盈余幅度不足以完全吸纳二氧化碳排放的情形。

生态硬赤字是指生物承载力不仅不能满足二氧化碳吸纳的需求，甚至不能满足生物质资源消费，存在生物质足迹赤字的情形。

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010

五. 城镇化与生态足迹的挑战

城市不仅是世界经济发展的中心，也是未来更多人口的居住地。1900年至今，全球城市人口规模增长为初期的20倍，而同期乡村人口规模增长仅为初期的2.5倍，使得城市人口占总人口的比重由最初的10%提高至50%左右。城市已经成为对自然资源产品与服务需求比例最大的地域空间单元。研究表明，目前全球将近80%的化石燃料碳排放、75%的木材消费发生在城市区域(O′Meara，1999)。高人口密度、高物质消耗、高能源消耗与高废弃物排放，是城市产生高生态压力的主要原因。一些城市甚至需要近百倍于自身的生物承载力来支持其社会经济运转。

全球范围内城市面临高生态压力与高生态赤字这一现实预示着，中国在城镇化发展过程中，会产生或面临同样的生态压力和生态风险。不过，城市在降低生态压力方面也可能会有一定的贡献。例如，伦敦是英国城市化率高达90%以上的城市（农村人口所占比重<10%），但其人均生态足迹较英国平均水平低1.5%（Callot, Bull, 2007）。东京、首尔、巴黎、伦敦等大城市的城市设计在降低碳排放方面均值得称赞。

在生态足迹方面，中国的城市目前情况尚好（图5.1）。但是，中国城市在发挥集聚效应、提高社会生产力的同时，也产生了交通拥挤、环境污染、生态赤字等系列问题。一些城镇的生态环境出现了缓慢衰退的征兆。

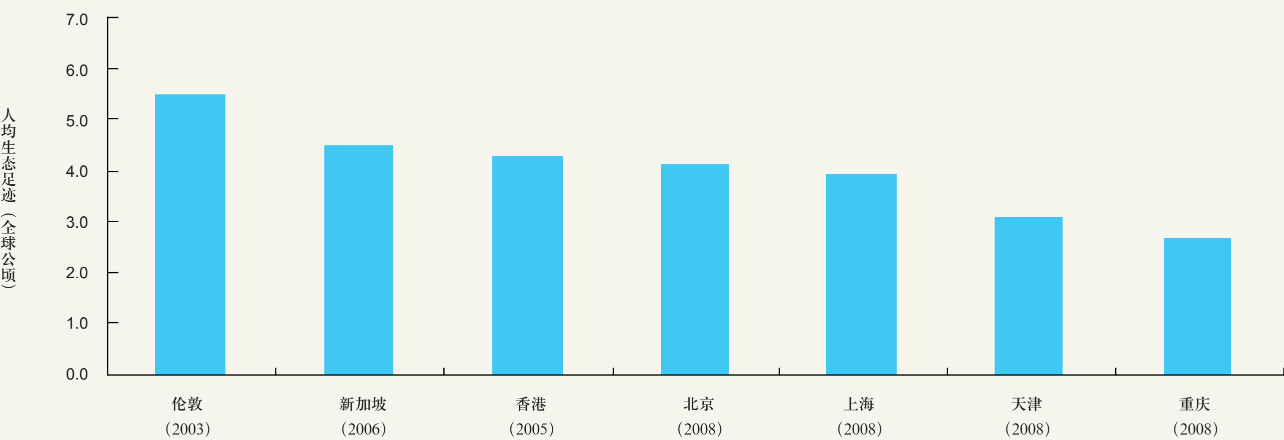


图5.1 城市生态足迹比较

注：北京、天津、上海与重庆的数据为城镇人口的人均生态足迹。

数据来源：北京、上海、天津与重庆由IGSNRR核算，

新加坡数据引自《生态足迹地图（2009）》（GFN，2009），

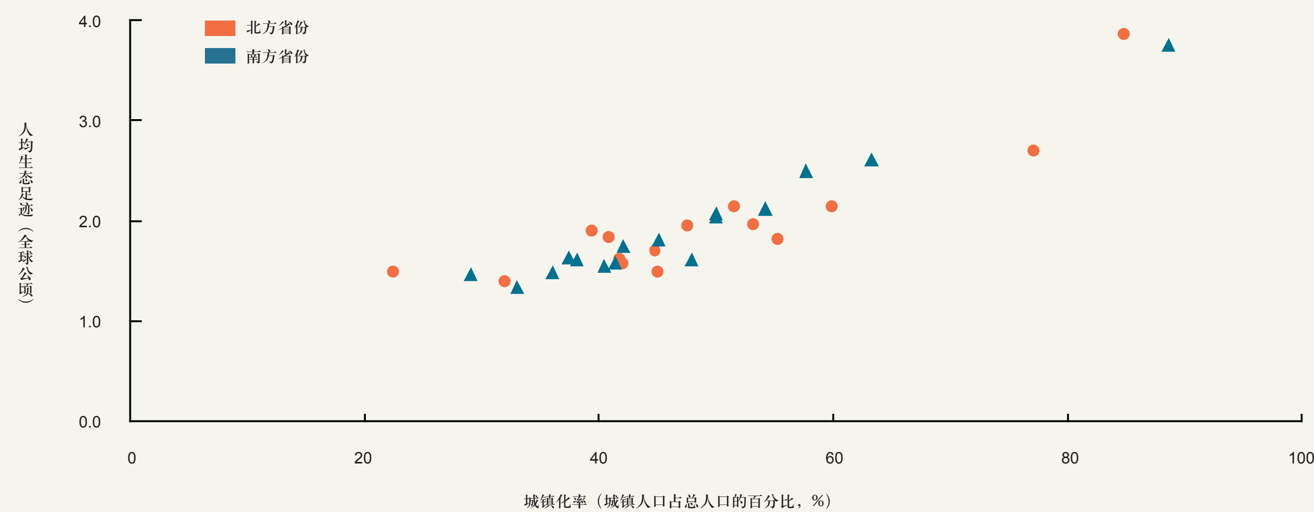
香港数据引自《香港生态足迹报告（2008）》（WWF&GFN, 2008），

伦敦数据引自Alan Calcott and Jamie Bull（2007）。

相对于农村，城镇是中国高收入人口的集聚区，是物质消耗与碳排放发生的主要地区。中国各地区的气候和饮食偏好存在差异，人均生态足迹对城镇化水平具有明显的依赖特征（图5.2）。一般而言，某一省份的城镇化水平越高，其人均生态足迹也越高，反之，若省份的城镇化水平低，其人均生态足迹也相对较低。

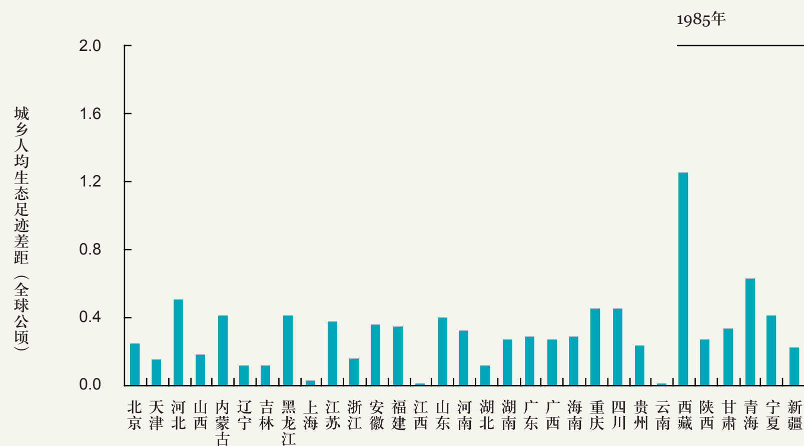
图5.2 各省份人均生态足迹与城镇化水平的关系（2008）

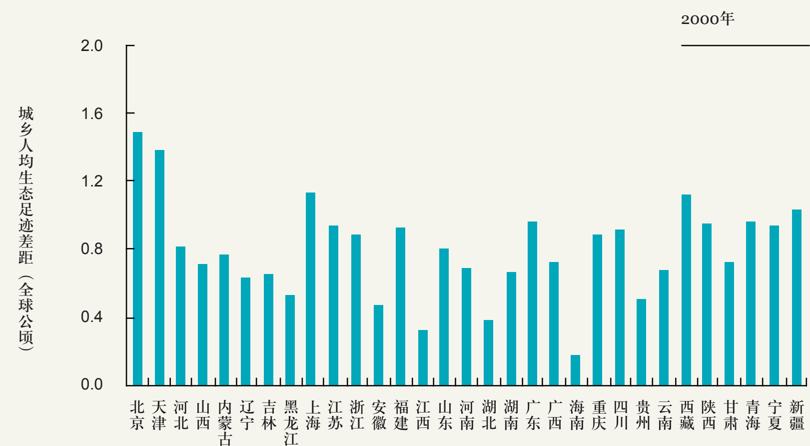
数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010

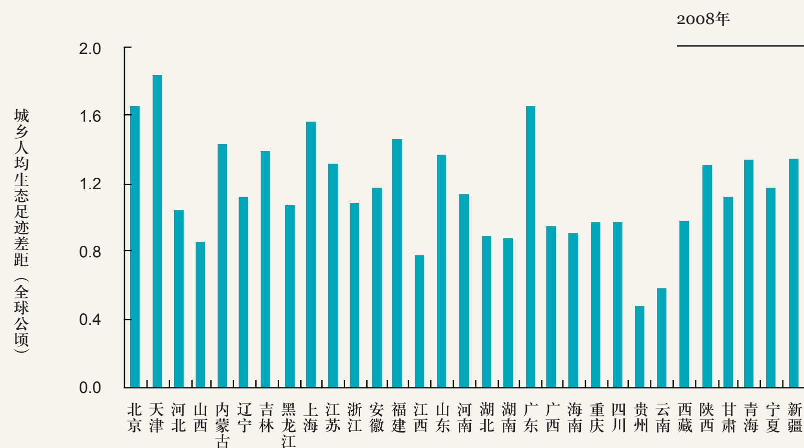


中国城乡之间的人均生态足迹差异非常显著，并具有快速拉大的特征（图5.3）。目前，各省份城乡人均生态足迹之差为0.9 -1.8 全球公顷，城镇居民人均生态足迹约为乡村居民的1.4-2.5倍并具有快速拉大的特征，其中碳足迹的贡献率平均为74%，这主要是城乡居民收入差距、消费差距和能源利用结构差异共同作用的结果。伴随城镇化发生的居住模式与生活模式的改变，中国面临生态足迹快速增长的挑战与风险可能会增大。

中国正处于城镇扩散能力和辐射能力最强的快速发展阶段。自1996年以来，中国的城镇化水平每年以1%-1.5%的速度增长。城镇化水平的提高将是未来中国生态足迹特别是碳足迹增长的重要驱动力之一。挑战也是机会，坚持低碳化与生态化的城镇化发展方向，塑造协调的城乡关系、设计合理的城镇模式与推行自然友好的消费行为，也可以使生态足迹增长的速度低于城镇化发展的速度，伦敦的经验已昭示，待一个城镇发展成熟以后，经济生态化的发展还可以进一步降低生态足迹和碳足迹。







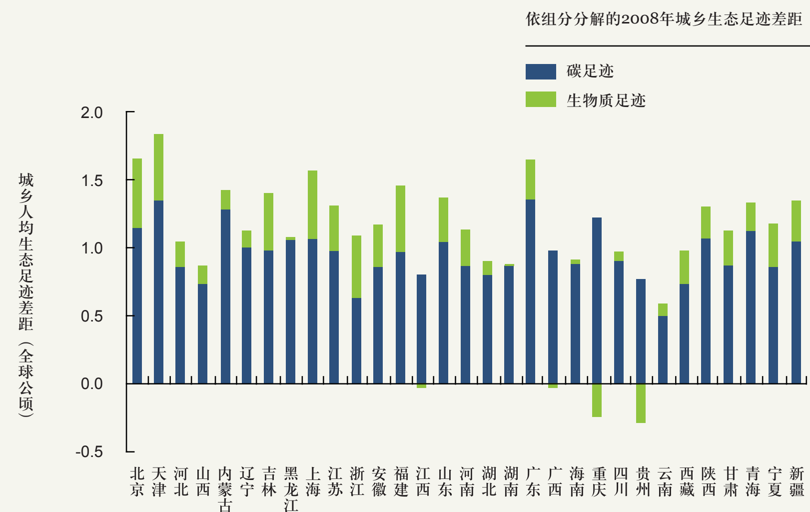


图5.3 各省份城乡人均生态足迹差距

（城乡人均生态足迹差距＝城镇地区人均生态足迹－农村地区人均生态足迹）

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010

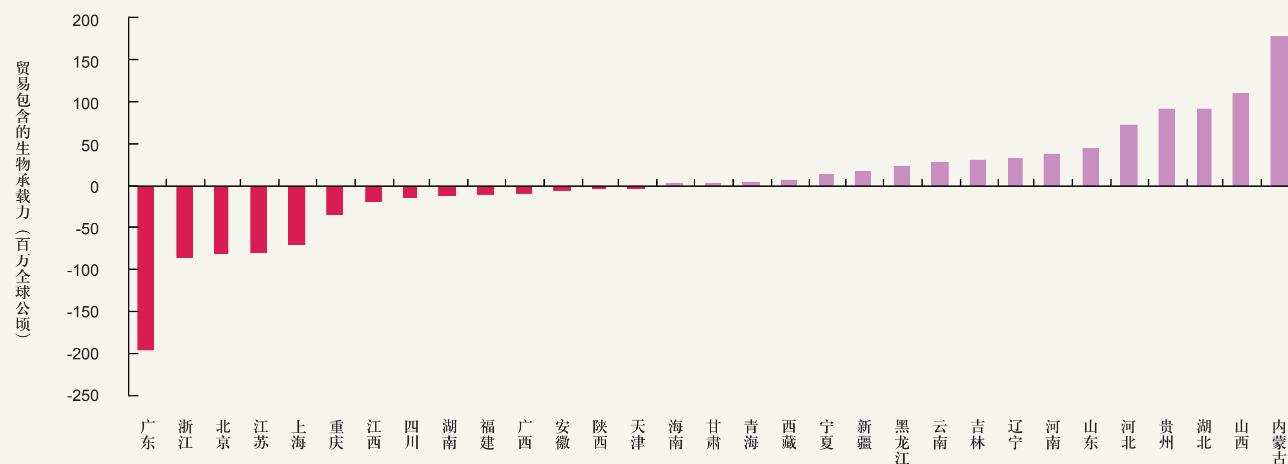
六．中国生态足迹的国内影响

在市场机制与贸易的作用下，人类对生态资源与服务的消费不再局限于行政边界，包含在商品与服务之中的生态服务，因贸易而出现产消空间分离和跨区域流转。中国省域空间经济开发度的不断提高，促进生物承载力的跨区域流转在规模上不断扩大，在距离上不断延伸。整体上，中国生物质足迹组分的满足主要依赖国内生态系统，碳足迹的满足途径与全球很多国家一样，需要依靠全球公地。

图6.1 各省份生物承载力流动规模（2008）

注：负值表示该省通过贸易，跨区占用其他地区的生物承载力；正值则相反，表示该省通过贸易，向外净输出生物承载力。由于产品包含碳足迹的转移，输出的生物承载力可能来自本地生态系统，也可能来自全球公地。

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010



由于省域之间贸易数据的限制，尚难以准确估量中国跨省份流动的生态足迹规模。假设不考虑区域商品（包括服务）生产与消费之间的品种差异，区域生产生态足迹与消费生态足迹的差值可以保守估算出该区域生态足迹流动的最小规模。

2008年，据保守估计，中国发生跨省份流转的生态足迹最低为6.78亿全球公顷，占全国消费生态足迹的27%，其中，电力及商品与服务跨省份使用所包含的生态足迹分别占60%与40%。城镇化水平高、人口分布密集、工业化生产密集、能源资源相对匮乏的省份，是中国生物承载力跨区调入使用的主要成员，典型省份如广东、浙江、上海、北京，在人口规模大、人均生态足迹高的共同作用下，这四个省份大规模跨区净调用了界外生物承载力，其中浙江省大规模跨区净调用界外生物承载力，还与该省高密度的工业化大量占用生态用地，导致区域生物承载力下降具有重要的关联（图6.1）。

相对于全国消费生态足迹的总规模，中国发生跨省份流转的生态足迹规模并不算高。这与中国靠近终端产品消费地安排产品制造、靠近煤炭与土地资源丰富的省份分别安排电力与农业生产的经济决策具有密切的联系。某种程度上，中国资源富裕区承担着过重的生物承载力供给功能，使得这些区域普遍存在生态退化问题以及人均收入、人均公共设施与社会保障相对较低的发展问题，非常有必要创建生态服务市场及运用其它机制和手段，对生态服务供给区实施生态补偿，促进区域间生态贸易与经济贸易的公平发展。

七. 发展与生态足迹

可持续发展意味着人人都享有机会，在生态系统承载力范围内高质量地生活，同时为其它生物留有健康的生存空间。国家的可持续发展进程可以用人类发展指数（HDI）与生态足迹两个指标对比，来评价生活质量/发展水平和人类消费对生态系统需求的关系（图7.1）。

人类发展指数（HDI）是由联合国发展计划署发布的用于度量一国在健康、教育和高质量的生活上取得的平均表现的综合指数。联合国发展计划署认为当人类发展指数达到0.8-0.899之间时就意味着该国进入高人类发展阶段，而如果大于0.9就意味着进入了非常高的人类发展状态。相应的，人类发展指数的下限（0.8）被认为是最优发展模式的阈值。如上所述，全球人均生物承载力是1.8全球公顷，因此为达到可持续发展人均生态足迹不能超过它。如果一个国家同时达到了这两个要求，就满足了可持续的发展要求。在一些区域和国家，生态足迹随着当地的快速发展而变得不可持续；而一些国家虽然已经达到了较高的发展水平，但其生态足迹依然接近人均可得生物承载力的临界值。

由图7.1可见，1975-2004年中国的HDI显著提升，同期，中国的人均生态足迹一直低于全球人均生物承载力。2007年，中国的HDI已经提高到了0.772，尚未达到高度人类发展水平的阈值，但是人均生态足迹为2.2全球公顷，已经突破了可持续发展的生态标准界限值。

人均消费增长与人口增长是驱动全球生态足迹增长的两大因子。在中国，人口增长趋于平稳，而人均生态足迹增长在近年变得相对更快，已经取代人口因素，成为驱动中国生态足迹增长的首要因素（图7.2）。

根据对2008年各省份GDP与生态足迹的初步分析，一旦人们的基本需求得以满足，人均GDP可能成为人均生态足迹增长的主要驱动因子（图7.3）。2008年，在那些人均GDP低于三万元的省份，人均生态足迹在1.8 全球公顷左右，省份之间生态足迹的差异主要是地理、气候及膳食偏好造成的。而在那些人均GDP超过三万元的省份，人均生态足迹与人均GDP呈现非常明显的正相关，显示人均生态足迹依赖富裕水平，而地理、气候与区域膳食选择偏好对人均生态足迹的影响不再明显。

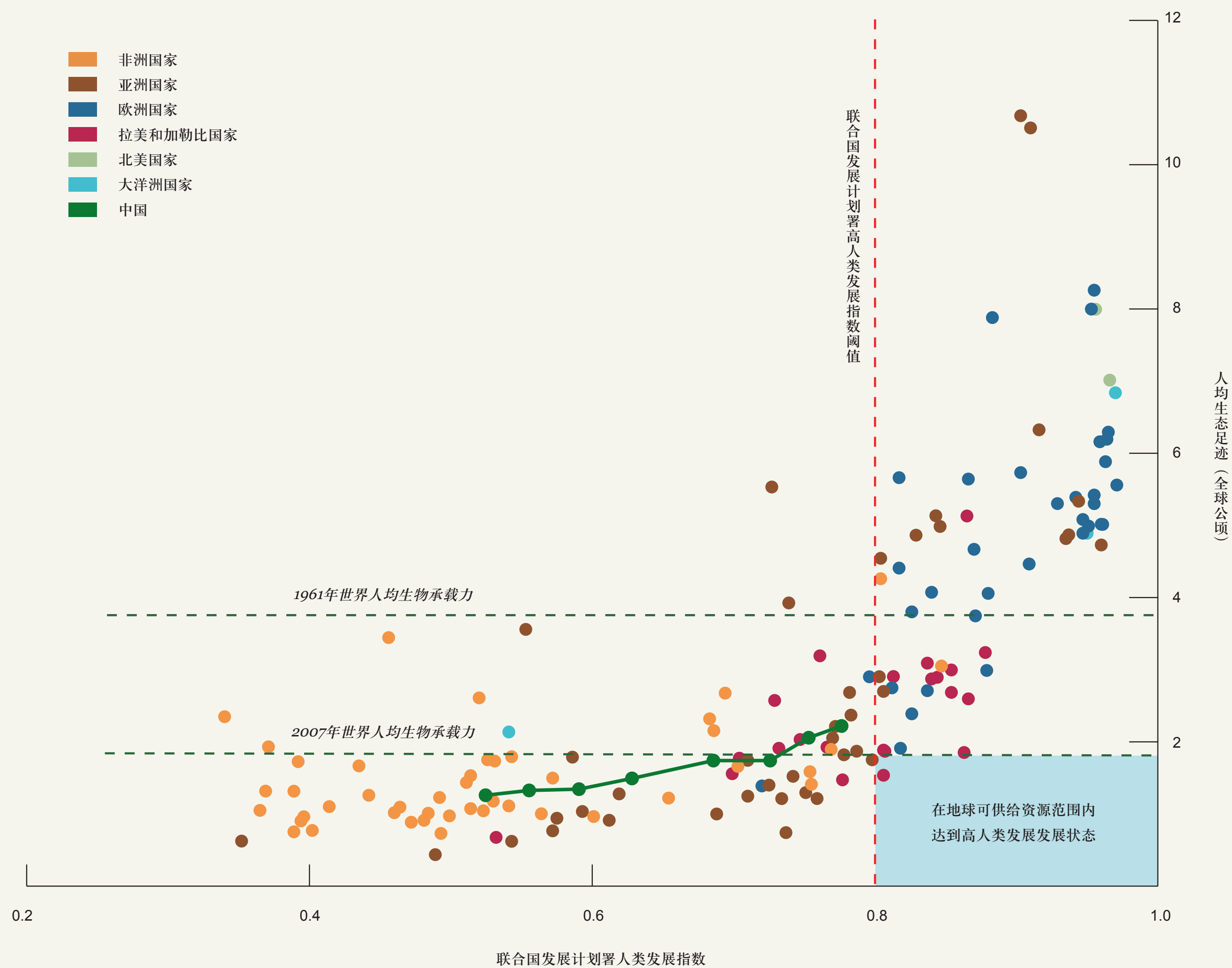


图7.1 人类发展与生态足迹以及中国自1971年至2007年变化轨迹

人类发展指数高于 0.8被认为是高人类发展水平，而人均足迹水平低于全球人均生物承载力（2007年为1.8 全球公顷）被认为是可持续的生活方式。 概括而言，这两个指标共同构成了一个“可持续发展域”，用来指明全球、区域社会实现可持续发展的程度。使用该“域”时应注意，全球人均生物承载力不是固定的，当世界人口增加时，人均生物承载力会减少。

数据来源： 全球足迹网络（GFN），2010

联合国开发计划署（UNDP），2009

图7.2 中国人均生态足迹、人口规模与总生态足迹的变化(1961-2007).

中国人均生态足迹与人口规模在1961-2007年双双加倍，使得总生态足迹增长了4倍。

数据来源：全球足迹网络（GFN），2010

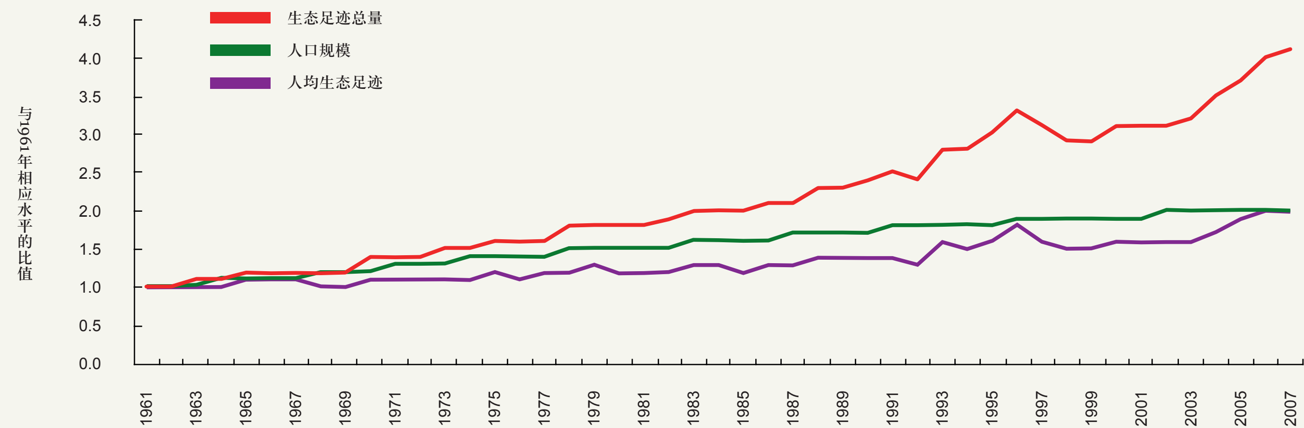
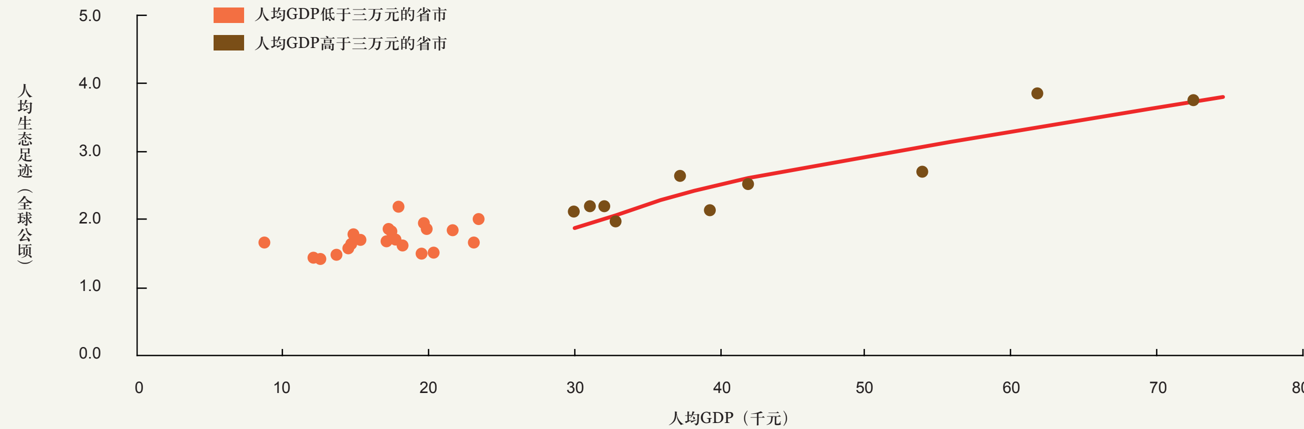


图7.3 各省份的生态足迹与发展水平的关系（2008）

人均GDP是代表区域人均收入水平的可靠指标。图7.2意味着一旦区域发展到一定程度，人均生态足迹主要依赖富裕水平。

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010



八. 中国生态足迹的全球影响

在生态足迹的全球影响方面，本报告关注的是生物质足迹与碳足迹通过全球贸易而产生的流动，着重分析了生物质足迹，即生物质资源及其制品中使用的生物承载力（以下称生物质生物承载力）。本章分析主要基于中国科学院地理科学与资源研究所搜集的2008年贸易数据。

作为以工业制成品出口为主的净出口国家，中国承担了碳排放压力。不过对于中国碳足迹的净出口规模，目前尚未达成共识。在本研究中，我们估算，每年中国净出口包含的碳足迹不低于0.8亿全球公顷，折合人均0.06全球公顷，约是净进口生物质生物承载力的2倍，约占中国当年人均生态足迹的3%。

关于生物质生物承载力，与2008年出版的《中国生态足迹报告》中使用的2003年的数据相比，本次报告细化了贸易产品项目，将参与核算的产品类型由原来的43项增加到132项。2008年，中国在贸易中输入的生物质生物承载力为1.60亿全球公顷，输出的生物质生物承载力为1.16亿全球公顷。可见，在生物质产品贸易方面，中国是生物承载力净输入国，2008年净进口生物质生物承载力0.44亿全球公顷，折合人均0.03全球公顷，约占中国当年人均生态足迹的1.5%。

林地（图8.1）是中国跨国流动最活跃的生物质生物承载力组分，也是决定中国生物质生物承载力净进口幅度的最主要组分。2008年，中国进出口贸易包含的林地承载力分别为0.66亿全球公顷与0.34亿全球公顷，分别占中国进出口贸易生物质生物承载力总量的41.3%与29.1%；净进口规模为0.32亿全球公顷。这主要是中国林业资源相对匮乏，大量进口原木和纸浆，同时又大规模出口纸张与印刷品综合作用的结果。

耕地是中国跨国流动第二活跃的生物质承载力组分，也是影响中国生物质生物承载力净进口规模的第二大组分。2008年，中国进出口包含的耕地承载力依次为0.64亿全球公顷与0.37亿全球公顷，分别占中国相应总量的40.2%与37.0%，净进口规模为0.27亿全球公顷。耕地承载力进口主要是由于中国油料供需矛盾导致大量进口油料，而出口主要伴随水果、蔬菜与棉纺制品贸易而发生。

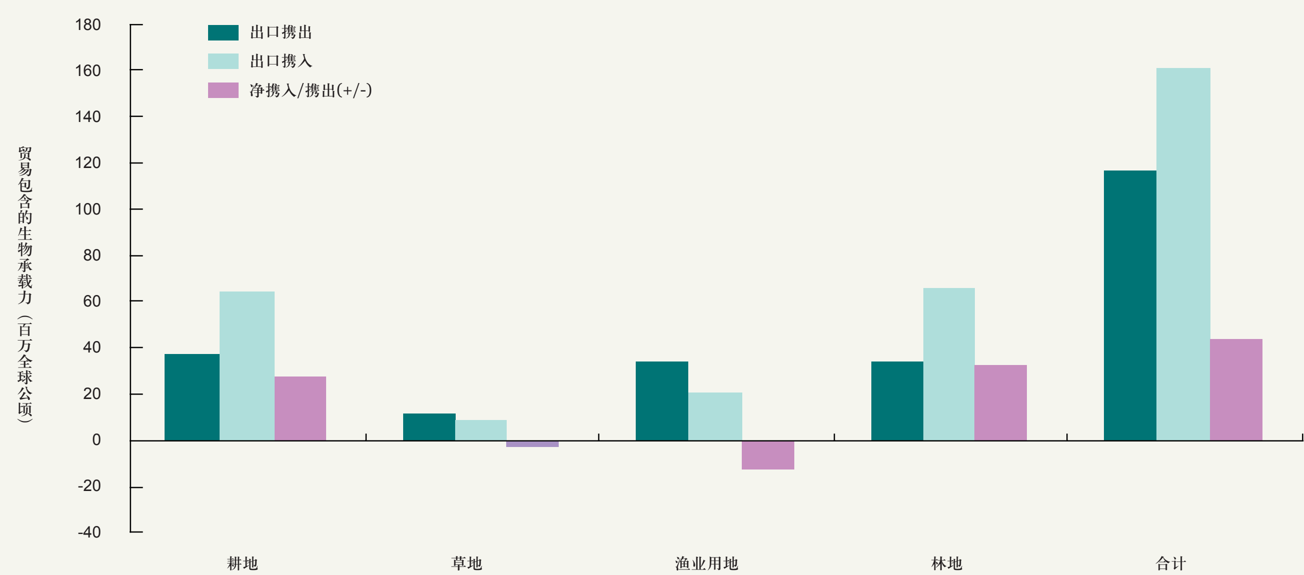


图8.1 中国生物质生物承载力的国际贸易流动（2008）

注：生物承载力为正时，表示净输入；为负时，表示净输出。

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010

畜牧生产能力的提升推动中国成为全球草地承载力的净输出国。2008年，中国在国际贸易中净输出草地承载力0.03亿全球公顷，主要系毛纺织品贸易的结果。

中国也是渔业用地生物质生物承载力的净输出国。2008年，净输出渔业用地承载力0.13亿全球公顷，缩减了中国净进口生物质生物承载力的规模。

图8.2是中国与23个主要贸易国之间的生物质生物承载力流动信息。在与这些国家的国际贸易中，2008年中国进口输入的生物承载力合计为1.26亿全球公顷，出口输出的生物承载力合计为0.83亿全球公顷，分别占中国2008年进出口承载力总量的78.7%和70.9%，总计净输入生物质生物承载力0.44亿全球公顷。就国别而言，中国与选定国家的国际贸易中，生物质生物承载力主要输出到日本、韩国、沙特、德国与英国，而主要进口自俄罗斯、加拿大、巴西、美国与印尼。

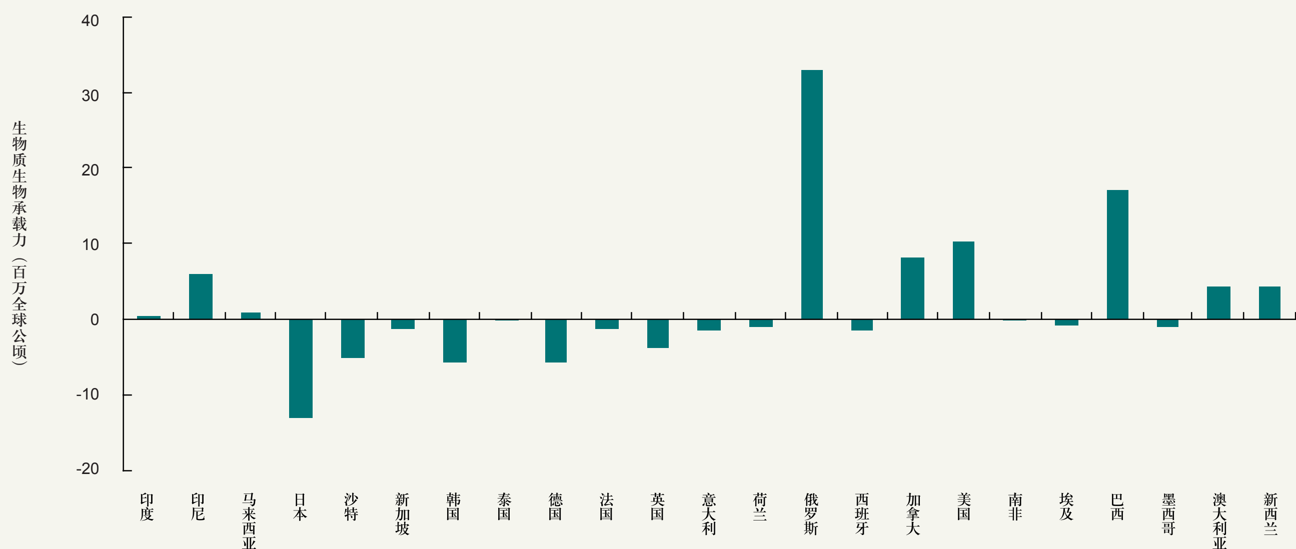


图8.2 中国在与主要贸易伙伴的国际贸易中净输入/出的生物质生物承载力（按国家）

注：（1）生物质生物承载力为正时，表示净输入；为负时，表示净输出。

（2）中国与这些国家所发生的跨国流转的生物质生物承载力仅占总量的70%-79%，其余来自或到达本图所列国家之外的其他多个国家。

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010

进口集中程度高于出口，是中国生物质生物承载力国际流动的一大显著特征。例如，2008年中国进口贸易包含的林地承载力中42.3%来自俄罗斯，35.9%来自加拿大、美国、印尼与巴西；而贸易携出的林地承载力中18%出口至美国，17%出口到日本、韩国和英国，约10%出口到沙特、俄罗斯、加拿大与印度。进口贸易包含的耕地承载力近半数来自美国与巴西，草地承载力半数以上来自澳大利亚与新西兰，而出口转出的耕地承载力中分别有18.4%、10.9%、7.9%与6.6%依次出口至日本、美国、英国和韩国。出口的草地承载力目的地国较为分散。

国际贸易再分配是中国生物质生物承载力国际流动的另一大显著特征。输入到中国的生物质生物承载力或直接流向国内终端用户，或流向产业部门作为中间投入，然后其成果产品服务于中国境内消费与国际贸易，形成直接消费、国内贸易再分配与国际贸易再分配三大生物质生物承载力流转路径，其中国际贸易再分配在三大生物质生物承载力流转路径中居主导地位，中国进口包含的生物质生物承载力中约20%用于直接消费，35%用于国内贸易再分配，45%用于国际贸易再分配。参与国际贸易再分配的生物质生物承载力主要通过林木产品、水产品、棉毛产品的加工制成品的国际贸易而发生。

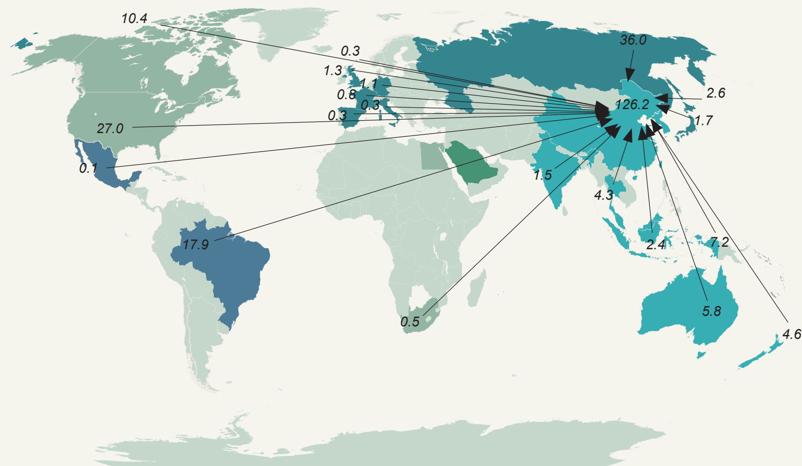


图8.3 中国生物质产品进口包含的生物承载力（百万全球公顷）

数据来源： 中科院地理科学与资源研究所，2010

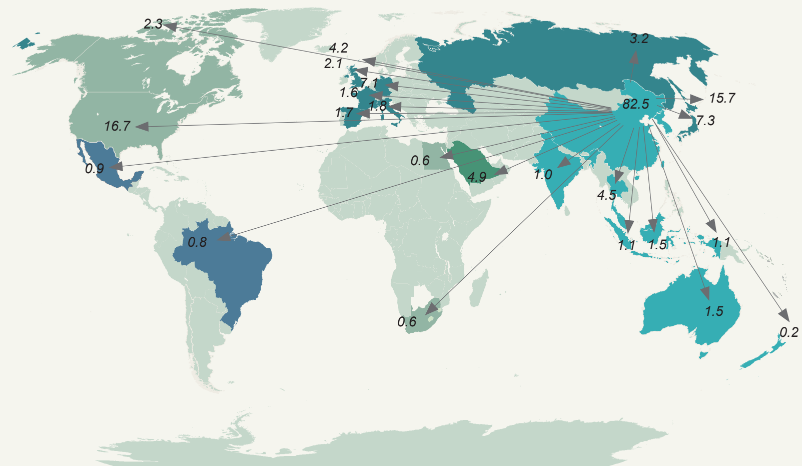


图8.4 中国生物质产品出口包含的生物承载力（百万全球公顷）

数据来源： 中科院地理科学与资源研究所，2010

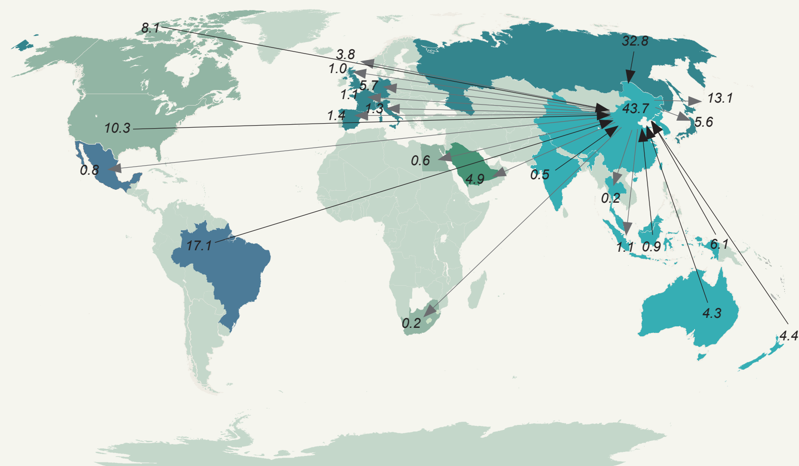


图8.5 中国生物质产品贸易的生物承载力净进口/出口（百万全球公顷）

数据来源： 中科院地理科学与资源研究所，2010

综上所述，如果将生物质产品和工业制成品进出口进行完全生态足迹核算的话，中国不仅是商品贸易净出口国，也是生物承载力净出口国。上述分析表明，在全球生物承载力流动中，中国应当制定与实施一定的政策，约束高耗能、高资源消耗、高碳足迹产品的进出口贸易，避免从生态退化区进口生物质资源，以促进全球贸易的生态公平，维护中国及全球的生态安全。

九. 水足迹

水是生态系统与人类经济社会系统发展不可缺少的资源要素，是决定生物承载力的重要因子。对于人类发展而言，水资源与土地资源具有同等的重要性与必要性。特定区域的人类生产与生活活动对水资源的需求如何，可通过水足迹评价来定量分析与认识。

水足迹能够显示出人类生活与生产所消费物品和服务所消耗的水资源总量。它的三个组分中，蓝水足迹和绿水足迹主要衡量水资源的利用和消耗情况，而灰水足迹是从水质角度评估我们对水环境污染的情况。水足迹综合考虑了水资源利用的三类途径——利用、消耗与净化水污染，与传统水资源评价体系相比，外延和内涵更为丰富，因此在功能上能更好地反映人类对水资源的需求和占有状况。

水足迹

水足迹是衡量水资源消费利用量的概念，用以估算生产某种产品或提供某种服务的整个过程所消耗水量（含虚拟水）的总和，还可以在不同层次（如某种农产品、某种工业产品、流域、社区和居民）测量研究对象对水资源消费利用的情况。水足迹由三个部分构成，它们从时间和空间上对水的使用情况加以定义。

— **“绿水足迹”**指产品（主要指农作物）生产过程中蒸腾的雨水资源量，对农作物而言是指存在于土壤中的自然降水由农田蒸腾的量。

— **“蓝水足迹”**指在产品生产过程中消耗的地表与地下水的总量。“消耗”是指某流域中现有的地下–地表水体因为蒸发、汇入其它流域或大海、或者用于产品生产而损失的水量。

— **“灰水足迹”**指以现有水环境水质标准为基准，消纳产品生产过程中产生的污染物负荷所需要的淡水水量。可以用为使水质达到安全标准，用于稀释所排放的污染物所需的水量来表示。（Hoekstra and Chapagain, 2008）

生产活动的水足迹

生产活动的水足迹是指支持一个国家（地区）在其本地产品生产与服务供给过程中所需要的淡水资源量，无论产品与服务在哪里被消费。

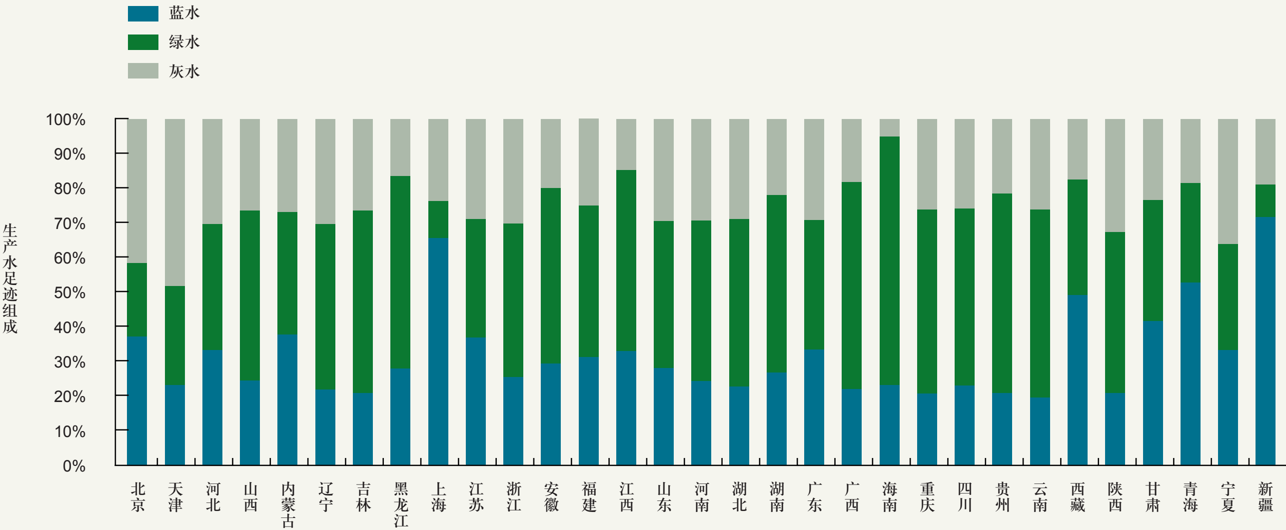
生产活动水足迹可用于衡量国家或地区生产系统对水资源系统产生的压力大小。水资源压力是指一个国家或地区生活、生产消耗的水资源量占该地区可再生水资源总量的比重，即每年全部蓝水与灰水足迹与该地区全部可再生水资源的比。总体来说，中国水资源利用现状不容乐观。2007年在中国31个省份中，有5个省份的水资源压力程度因其巨大人口数量、农业在当地经济中的重要地位和特殊气候条件而处于重度压力（>100%），它们是北京、天津、河北、宁夏、上海；有4个省份处于高度压力（>40%），7个省份处于中度压力（20-40%），12个省份处于轻度压力（5-20%），只有云南、青海和西藏3省份基本不存在水资源压力（<5%）（图9.2）。可见，中国处于高度及重度水资源压力的地区主要集中在华北、华中等黄河和长江下游地区。

绿水相对于蓝水来说一般机会成本相对较低，对环境的负面影响很小，在水资源安全和粮食安全中具有重要的作用。然而在传统水资源评价体系中，绿水资源多被忽视。对31个省份的研究表明，2007年中国有26个省份的绿水足迹占总生产活动水足迹的份额超过30%，其中11个省份的绿水足迹份额大于50%（图9.1）。绿水足迹在生产活动水足迹中占如此大的分量，这意味着绿水管理不容忽视。

灰水足迹衡量的是生产活动排放水污染物对水环境造成的影响，灰水足迹越大，意味着对水环境的污染越重。2007年，中国约2/3省份的灰水足迹占区域总生产活动水足迹的份额超过25%。种植业施用化肥和农药产生的灰水足迹占有很大的分量，例如，华北地区小麦、玉米生产水足迹中灰水足迹分别占22.5%与26.1%，因此如何提高肥料和农药的施用效率，不仅在农业经济方面具有重要意义，在水环境保护方面也具有重要意义。

图9.1 各省份的生产活动水足迹（2007年）

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010



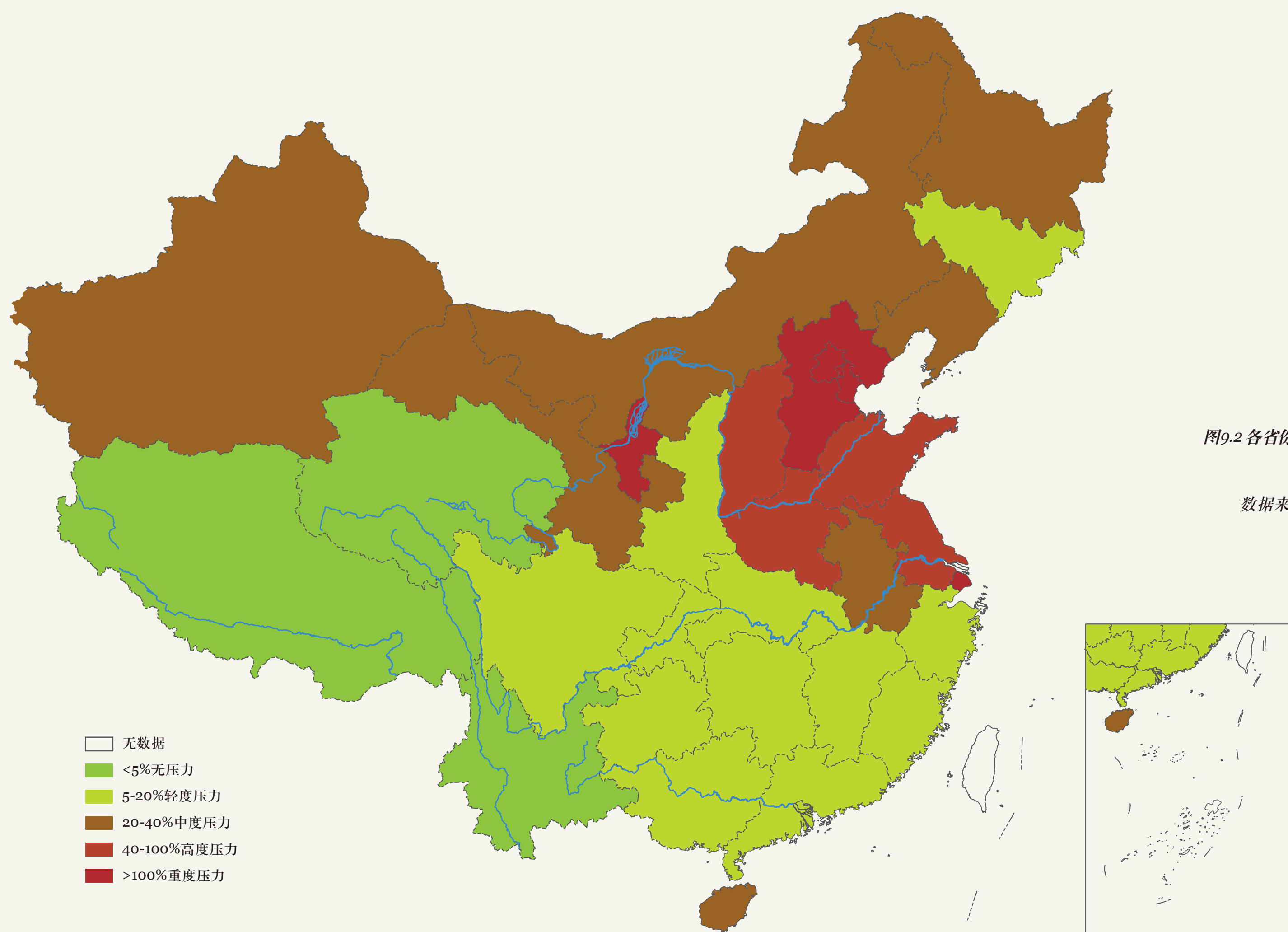


图9.2 各省份水资源压力（2007年）

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010

消费行为的水足迹

一个国家或地区的消费行为的水足迹指生产本区域居民消费的物品和服务所需的水资源总量，无论产品与服务是在哪里生产的。根据来源，消费行为的水足迹包括内部水足迹与外部水足迹两部分，其中内部水足迹是指生产本国/本地消费的物品和服务所消耗的本国/本地区的水资源量，外部水足迹则指本国/本地进口的用于消费的产品与服务在其他国家/地区生产所消耗的水资源量。

2007年中国31个省份的人均消费行为水足迹是679 m³/人/年，仅为2004年全球平均水平（1564m³/人/年, Chapagain and Orr, 2008）的43%。人均消费行为水足迹的空间分布非常不均衡（图9.3）。新疆人均消费行为水足迹较高，接近全球平均水平；上海、广东、江西、福建与北京等的人均消费行为水足迹虽低于全球平均水平，但明显高于中国的平均水平。经济发展水平、生活习惯和农产品生产的水资源利用方式，是影响中国区域消费行为水足迹的主要因素。

中国大部分省份的消费行为水足迹主要是内部水足迹，水资源自给率处于较高水平。2007年，中国约2/3省份的水资源自给率大于90%（图9.4），但需要指出的是，一些省份的消费行为水足迹对外依赖性很高，例如，北京约50%的消费行为水足迹属于外部水足迹，广东、上海、天津、江西约18%-26%的消费行为水足迹属于外部水足迹。由于中国水资源的空间分布极不均匀，对于水资源匮乏的地区来说，水足迹的外部化可能是机会也有可能是风险。

图9.3 各省份人均水足迹（2007年）

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010

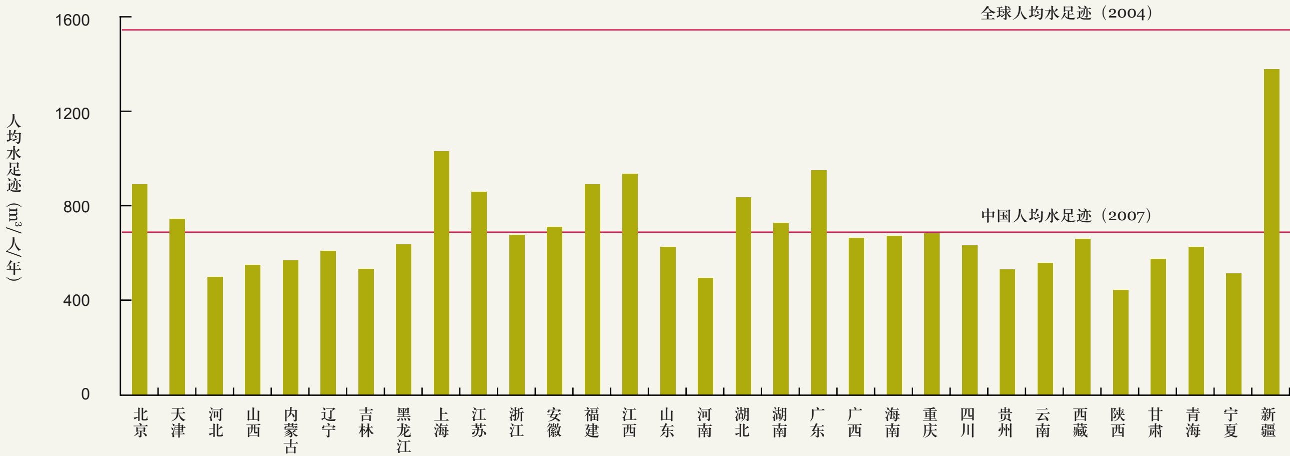
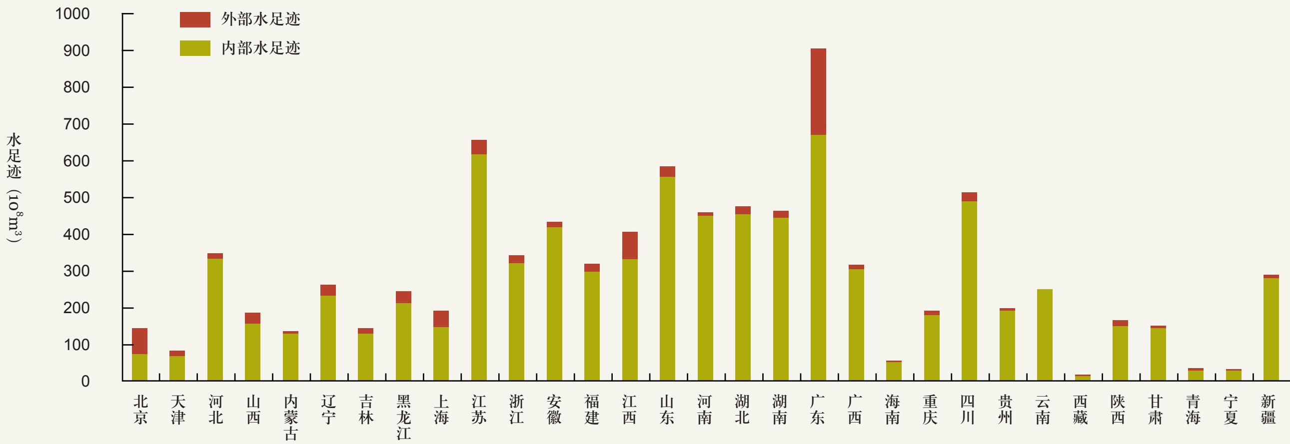


图9.4 各省份消费行为水足迹及内、外部水足迹组成比例（2007年）

数据来源：中科院地理科学与资源研究所，2010



十．中国：向可持续发展转型

在资源总量及其可再生能力有限的世界里，要实现可持续发展与人类福祉的提高，同时保证自然生态系统的良性循环，就要求我们在地球的生态环境可承受的范围内生活与发展。

本报告对生态足迹和生物承载力的分析清楚地表明，在全球尺度上，生态足迹呈现持续增长的态势，到2007年达到了2.7全球公顷，目前人类对资源的需求需要一个半地球才能满足，或者说地球生态系统需要一年半的时间才能够生产人类在一年内所消费的可再生资源和吸收其产生的二氧化碳；在中国，2007年的人均生态足迹达到了2.2全球公顷，虽然还低于同期全球平均水平，但生态足迹总体上已是生物承载力的2倍，生态赤字还在逐年扩大。如果全球人口都采用中国的人均消费模式，全球需要1.2个地球来支持消费。

地球是全人类共同的家园，地球的命运关系到全人类的共同命运，不断降低生态赤字是全人类实现可持续发展的共同责任。纵观影响生态赤字的五大因素（图10.1），未来中国的生态足迹更多地取决于消费水平和消费的生态足迹强度，生物承载力则取决于生态用地的规模与产出能力。

中国在过去近半个世纪中，实现了人类发展指数（HDI）的快速提高，到2007年接近高度发展的水平，人均收入提高了50多倍。本报告分析表明，同样时间段中，中国人均生态足迹增加了大约4倍，中国虽已突破可持续发展的全球人均生态承载力界限值（1.8gha），但比全球总体上突破这一界限的时间晚了30年。种种迹象预示：中国正处于可持续发展的转

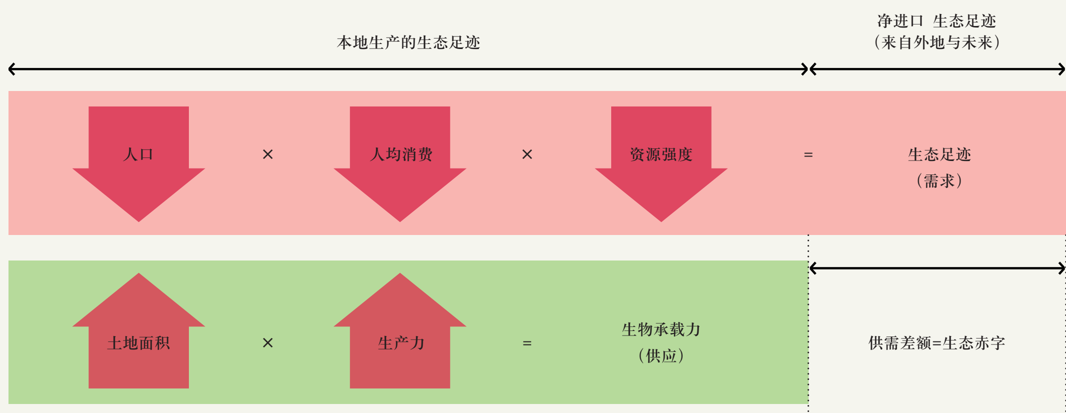


图10.1 决定生态赤字幅度的五大因素

决定一国生态赤字的有五个因素：人口、人均消费、资源强度（即单位消费的生态足迹强度）、土地面积和土地生产力。其中，人口、人均消费和资源强度影响该国对整个地球的资源需求，决定该国的生态足迹。该国可用的生物生产性土地面积和这些土地的生产力影响该国生态系统的供给能力，即生物承载力。一国生态足迹和生物承载力之间的差值即为该国的生态赤字/盈余。

折点，从趋势来看，亦喜亦忧，令人欣慰的是2005年到2008年与之前五年相比中国2/3省份的人均生态足迹增长速度开始减缓；依然令人担忧的是，中国人均生态足迹对城镇化水平、人均富裕水平呈现出的明显依赖性，生态盈余省份与很多资源富裕省份还存在以生态退化为代价消耗生态资源的状况。当前，中国正在大力倡导和推进生态文明建设，面临的主要挑战是如何在保护生物多样性并尽量提高生物承载力的同时，降低生态足迹，使发展与生态足迹增加脱钩。

为此，基于本报告的分析内容，提出如下建议：

1.将生态足迹与生物承载力的对比关系作为衡量生态文明的指标之一

继农耕文明、工业文明之后，生态文明作为一个全新的文明形态，已成为中国未来发展的战略选择。减少生态足迹和提高生物承载力都是实现生态文明的重要途径。通过生态足迹需求与自然生态系统的承载力进行比较，即生态盈余或赤字，可以定量反映一个国家或地区的人类活动与自然禀赋的和谐状况。建议将生态足迹与生物承载力的对比关系作为衡量生态文明的指标之一，并在此基础上，进一步建立生态足迹和生物承载力全国核算、监督体系，形成系统的核算账户，结合其它指标，跟踪当地生态资源发展变化和利用情况，为制定产业政策和发展规划提供科学依据。

2.加强生态系统管理，提高生物承载力

中国的自然生态资源数量有限，培育、强化与保障坚实的生态基础，是中国增进国家生态安全与降低生态赤字的重要战略。总体做法是以生态用地为核心，保证生态用地的数量并多途径地提高土地、水域的生产力水平，促进生物承载力的不断扩大与提高。因此，中国应继续强化生态系统管理，全面提高生物承载力，大力推升生态系统服务水平。

— 维持林地、草地等生态用地和生物承载力水平：要充分认识到作为世界上人均生态资源最匮乏的国家之一，现有自然生态系统的健康存续关系到未来千秋万代的生存与发展，建议政府继续实施积极而严格的土地利用政策，因地制宜实施生态建设与恢复、保育工程，增加生态用地规模，优化生态用地结构；对重要的生态服务孕育区、生物承载力净输出区进行适当的生态补偿；对存在不同程度生态退化的生态盈余区与一些生物承载力输出区，应采用自然恢复的方法恢复已退化的生态系统，提高生态支持系统的资源供给与污染调节等服务能力。

— 在保护生物多样性的同时多途径提高土地生产力，促进区域生物承载力提升。与其他国家不同，中国的生物承载力一直在提高，如近30年来，中国森林覆盖率有了较大提高，农牧产品与水产品产出规模不断增加，目前全球1/5谷物、1/2蔬菜与1/3肉产品产自中国。建议政府继续保持对农业、林业、畜牧业与渔业的投入与扶持，合理布局农业生产，发展精准、高效农业，促进立体化种植与养殖，在控制污染及富营养化的前提下，提高农业生产集约化与机械化生产水平，实施科学休耕与轮耕，促进农业剩余物如秸秆的再资源化利用，不断提高区域土地利用的生产力与健康质量。

3.将减少碳足迹作为减少生态赤字、实现生态文明的重要手段

鉴于生态足迹的增长主要由碳足迹快速增长所致，在中国现阶段经济快速增长过程中，减少社会经济发展的碳足迹是减少生态足迹的重中之重。

— 建立和推广低碳经济发展模式：按照生物承载力调整与优化区域产业结构，在生态盈余区加快生态经济化进程，在生态赤字区推动经济生态化进程；通过鼓励、限制与禁止的产业选择导向政策，引导生产者采用低碳节能、生态友好、资源节约、环境高效的生产模式；提高化石能源生命周期各个环节的利用与转化效率，提高可再生能源、生物质能源在能源结构中的比重，遏制碳足迹增长。对于那些人均生态足迹尚低、人均GDP三万元以下、具有强烈发展需求的省份，重点引导投资、产业、消费模式转变，防止生态足迹过快增长。

— 坚持低碳化和生态化的城镇化发展方向：中国城镇化进程应坚持低碳化和生态化方向，合理规划、布局与管制城乡居住空间和交通模式，确立城乡发展的适度空间规模，遏制城镇盲目扩展，遏制居住空间求大、求阔的势态，同时适当促进农村集中居住与就地城镇化，提高城乡居所用地的生态效率，努力降低居住和交通的碳足迹。

— 引导和推广低碳消费方式：提倡和推行低碳与资源节约型消费方式，鼓励适度消费，并尽可能选择环境友好物品与服务，刺激生态产品市场的形成与发展；政府部门践行绿色采购、节能办公，为社会树立典范；提高基础设施的布局合理性与功能长效性，尽可能降低因重复建设、低质建设等浪费行为产生的生态压力；针对区域发展与生态消费水平的差异，区别确立消费鼓励与调控的重点，对于那些人均GDP三万元以上、人均生态足迹与人均GDP呈现明显正关联的省份，要重点引导消费模式转变，努力促进生态足迹减速增长甚至零增长。

4.更好地运用资源配置手段平衡生态赤字

正如我们在该报告中可随处看到的，生物承载力与水资源无论在全球范围还是中国国内的分布都不均衡，有时与人们的消费需求存在明显的空间错位。因气候、地理、资源禀赋等自然因素限制与经济社会因素影响，单靠本地资源通常无法完全满足本地所有消费需求。贸易作为辅助性手段在促进经济发展的同时也实现了生态资源流动，互通有无，促进生活水平提高。但无序的、单以经济利益为驱动的贸易流动可能造成生态资源过度开发，削弱当地赖以生产的自然资本。所以，应特别关注隐含在产品国内贸易与国际贸易之中的生物承载力、虚拟水以及其他资源。

— 尝试制定促进生物承载力合理流动的国内贸易政策。中国有必要采取多样化的经济与行政调控手段，促进生态资源区域配置的经济效率与生态效率的不断提高，合理输出与跨区调用生物承载力与水资源。例如，加快税收体制改革，促进税收向能源资源税、二氧化碳等污染税转变，刺激企业节能减排与技术革新；制定促进生物承载力合

理流动的贸易政策，避免从生态退化区输出生物质资源，严格管制与惩戒不计资源环境成本、单纯追求经济收益的贸易活动；有效实施生态补偿政策，对重要的生态服务孕育区、生物承载力净输出区进行适当的经济和发展机会补偿。

— 加强国际合作，推动生物承载力和生态足迹通过国际贸易合理流动。生态问题实际上是一个全球问题，全球贸易在很大程度上也反映了全球不同区域之间密切的生态依赖关系。中国应重视国际贸易中不合理的生态输入和输出问题，减轻贸易对中国和其他国家的生态环境影响，通过国际合作，在对生态资源进行有效保护和提高生物承载力的前提下，促进生态资源的有效利用。

技术说明

生态足迹核算方法

生态足迹是一种资源核算工具，用来核算在现行的技术和资源管理条件下用来生产个人、地区或某项活动消耗的资源、吸纳其产生的废物所需要的生物生产性土地和水域的面积。生态足迹的单位为全球公顷。全球公顷的核算运用产出因子将各国的土地生物生产力归一到全球平均生物生产力（比如，将英国每公顷土地的小麦产量与全球平均小麦产量对比，从而得出相应的产出因子），并用均衡因子来平衡不同类型土地的全球平均生物生产力（比如全球平均林地生产力）。具体计算方法及部分计算案例见www.footprintnetwork.org。

生态足迹核算范围

生态足迹核算只考虑到人类而没有考虑到其它生物对自然的需求。为了避免夸大人类对自然的需求，生态足迹仅包括资源消耗和废物吸纳中涉及地球可再生能力的方面，并且根据现有数据可以用生产性土地面积来表示的部分。比如，有毒物质的释放并没有被计算到生态足迹帐户中，只有二氧化碳排放作为废弃物计入，而未考虑其它废弃物；汲取的淡水也没有纳入生态足迹帐户核算，而取水或水处理所耗费的能源则被计入生态足迹帐户。

生态足迹帐户是关于过去的资源需求和供给情况的历史帐户，并不预测将来。生态足迹并不预测当前生态系统退化对将来的影响，如果这种生态退化持续下去，则会在将来的生态足迹核算中体现为生态承载力的下降。

生态足迹帐户也不能反映生物生产性区域被使用的强度。作为一种生物物理测量工具，它也不能核算可持续性中的社会经济要素。

碳足迹核算

化石能源，如煤、石油、天然气是从地壳中采掘出来的，从生态学的角度看并不具有可再生性。燃烧化石能源会产生二氧化碳排放。二氧化碳的储存有两种方法，人工储存（如注入深井），或者自然截存。自然截存是指生态系统吸收二氧化碳并储存到现存生物质中，比如树木或土壤。

碳足迹核算的是为了维持大气层中二氧化碳的浓度不变所需要的自然碳截存的量。生态足迹帐户核算的是减去海洋所吸收的二氧化碳量后，根据全球森林的平均固碳水平，吸收剩余的二氧化碳排放所需要的森林面积。人工截存的二氧化碳量也应该从生态足迹中扣除，但是目前人工截存被忽略不计。根据2007年的数据，1全球公顷的生物生产性土地可以吸收1,450升汽油燃烧所产生的二氧化碳。

二氧化碳排放在总生态足迹中的占比根据全球森林平均固碳水平估算。森林固碳水平也会随着时间的推移而变化。随着森林成熟度的增长，森林的固碳水平趋向递减。如果林地退化或者被砍伐，可能会成为新的二氧化碳排放源。

生态足迹与资源公平

生态足迹是对过往资源利用的核算。它可以量化个人或者一个群体对生态资源的使用情况，但是却不能说明他们的资源使用权力。资源分配是一个政策问题。足迹帐户可以确定每个人可以获得的平均生态承载力，但是却无法说明生态承载力应该如何在个人或国家之间分配。然而，生态足迹研究可以为资源分配问题的研讨提供基础。

水足迹核算

一个国家或地区的水足迹体现该国或该地区居民所消费的产品和服务在生产过程中直接或间接消耗的总水量。水足迹包括内部水足迹和外部水足迹两部分。

内部水足迹是指生产本国/本地区消费的物品和服务所消耗的本国/本地区的水资源量，它等于本国/本地区国民经济生产中所使用的总本地水资源减去通过产品贸易输送到其它国家或地区的本地虚拟水资源量。

外部水足迹是指本国/本地区消费的来自于其它国家生产的产品和服务在其生产过程中消耗的水资源量，相当于总进口货物所含虚拟水减去用于加工再出口的进口货物中所含的虚拟水。

出口所含虚拟水与进口所含虚拟水之差构成该国该本期的虚拟水余额。如果余值为正，则说明该国是虚拟水净出口国；如果余值为负，则说明该国是虚拟水净进口国。外部水足迹和内部水足迹都包括蓝水足迹、绿水足迹和灰水足迹三个部分。

方法学

本报告中的国家层面生态足迹和生物承载力的总量数据来自全球足迹网络国家足迹账户，而所有中国国内及中国国际贸易活动和水足迹的数据则全部来自中国科学院地理科学与资源研究所的研究。国家足迹账户核算所需数据主要来自联合国数据库，属于国家尺度数据。中国科学院地理科学与资源研究所的研究数据主要来自于国家统计局及省份层面的官方统计机构发布的相关统计年鉴。所有生态足迹和生物承载力数据都用全球平均生物生产性公顷（即全球公顷）来表示。

水足迹的表示单位是立方米。水足迹分类与核算与WWF发布的《地球生命力报告》所使用的方法基本一致。水足迹由中国科学院地理科学与资源研究所核算，数据来源于联合国粮农组织数据库。

地区生态足迹流和外部水足迹的核算以该地区农产品的总产量和总销售量的差值为依据，由于叠加分类，其结果可能会低于实际数据。

参考文献

Aldaya, M.M., Allan, J.A. and Hoekstra, A.Y. 2010. Strategic importance of green water in international crop trade. Ecological Economics. 69(4): 887-894.

Calcott, A. and Bull, J. 2007. Ecological footprint of British city residents. http://www.wwf.org.uk/filelibrary/pdf/city_footprint2.pdf

Chapagain, A.K. and Orr, S. 2008. UK Water Footprint: the impact of the UK’s food and fibre consumption on global water resources. WWF-UK, Godalming, UK.

盖力强，谢高地，李士美，等. 2010. 华北平原小麦、玉米作物生产水足迹的研究. 资源科学，待刊.

GFN. 2009. Ecological Footprint Atlas 2009. http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2009.pdf

Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. 2007. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption patterns. Water Resources Management 21(1): 35-48.

Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. 2008. Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources. Blackwell Publishing, Oxford, UK.

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. 2009. Water footprint manual: State of the art 2009. Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands.

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. 2010. A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat. http://www.waterfootprint.org/Reports/Report42-WaterFootprintWheat.pdf

O'Meara, M. 1999. Reinventing cities for people and the planet. Worldwatch Institute Paper 147. Washington, D.C., Worldwatch Institute, 1999.

UNDP. 2009a. Human Development Report 2009. Overcoming barriers: Human mobility and development. United Nations Development Programme, New York, NY. http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2009_EN_Complete.pdf

UNDP. 2009b. Human Development Report: Human development index 2007 and its components, http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2009/

World Commission on Environment and Development. 1990. Our Common Future. Oxford University Press, Oxford, UK.

WWF, GFN. 2008. Hong Kong Ecological Footprint Report 2008: Living Beyond Our Means. http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_HongKong.pdf

谢高地，曹淑艳.2010. 发展转型的生态经济化和经济生态化过程.资源科学. 32（4）：782-789

Zimmer, D. and Renault, D. 2003. Virtual water in food production and global trade: review of methodological issues and preliminary results. Value of Water Research Report Series No.12, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands, http://www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf

感谢以下人士提供的宝贵意见和作出的贡献：

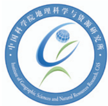
任勇、方莉、周国梅、俞海、张建宇、秦虎、李永红、李勇、Monique Grooten、李利锋、Ashok Kumar Chapagain、Seth Cook、郭静、陈波平、Claudia Delpero、Vincent Pellecchia、王蕾、周爽、Jennifer Mitchell 、刘俊国、Anders Reed、 Nicole Freeling、 Rosamunde Almond、Joy Larson、Tracy Doten、Mathis Wackernagel

诚挚感谢：

世界自然基金会荷兰分会

中国生态足迹报告2010

技术合作伙伴：







100%
再造纸



发展

在过去的半个世纪中，中国社会经济迅速发展，人均收入增长了50多倍。

生态承载力

1961年以来，中国的总生态承载力一直在增长，但是中国仍然属于全球人均生态承载力较低的几个国家之一。

生态足迹

中国的人均生态资源需求量已经超过了全球人均生物承载力，尽管这一时间比全球人均生态足迹超过人均生物承载力的时间晚了约30年。

水

中国水资源匮乏，水资源压力主要集中在华北、华中及长江、黄河下游地区。



我们在这里
为了遏止地球自然环境的恶化，创造人类与自然和谐相处的美好未来。

www.wwfchina.org

© Getty Images

WWF·中国生态足迹报告 2010

中国

WWW.WWFCHINA.ORG